

04.01.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 9 日
Date of Application:

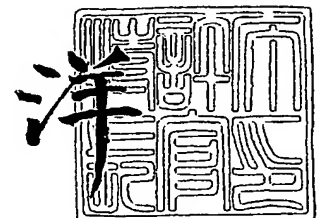
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 1 0 8 7 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 1 0 8 7 0]

出 願 人
Applicant(s): 東芝機械株式会社
 東栄電機株式会社

2 0 0 4 年 1 0 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 15-222
【提出日】 平成15年12月 9日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02K 41/03
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県三島市松本 1 3 1 東栄電機株式会社 三島事業所内
 【氏名】 森山 毅
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県三島市松本 1 3 1 東栄電機株式会社 三島事業所内
 【氏名】 成吉 郁馬
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県三島市松本 1 3 1 東栄電機株式会社 三島事業所内
 【氏名】 星川 朋之
【特許出願人】
 【識別番号】 000003458
 【氏名又は名称】 東芝機械株式会社
 【代表者】 中島 礼二
【特許出願人】
 【識別番号】 000219543
 【氏名又は名称】 東栄電機株式会社
 【代表者】 松本 倫雄
【代理人】
 【識別番号】 100094053
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 佐藤 隆久
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014890
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9005958
 【包括委任状番号】 9206991

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

導電線を筒状に巻いた 3 相コイルを有する電機子と、
磁極が前記 3 相コイルの外周面に対向し、かつ、同じ極性の磁極に対向するように配置された複数の磁石と、

非磁性で、かつ、導電性を有し、前記 3 相コイルの内周を共通に支持する補強部材とを有する

リニアモータ。

【請求項 2】

前記 3 相コイルは、各相コイルが筒状に整列多層巻きされ、かつ、接着剤で固められており、電気絶縁性の部材を介して端面が互いに結合されている

請求項 1 に記載のリニアモータ。

【請求項 3】

前記補強部材は、金属で形成されている

請求項 1 に記載のリニアモータ。

【請求項 4】

前記補強部材は、アルミニウム合金または銅合金で形成されている

請求項 3 に記載のリニアモータ。

【請求項 5】

前記補強部材は、内部に流体が通過可能な貫通路を有する

請求項 1 に記載のリニアモータ。

【請求項 6】

前記補強部材は、前記 3 相コイルが発生した熱を外部に放出する放熱手段を有する

請求項 1 に記載のリニアモータ。

【請求項 7】

前記補強部材は、当該補強部材の表面に入射する磁束密度が前記磁石の表面の中央における磁束密度の $1/2$ 以下となる距離だけ前記磁石から離隔している

請求項 1 に記載のリニアモータ。

【請求項 8】

前記電機子は、互いに逆位相の磁界を発生させる第 1 および第 2 の 3 相コイルを有し、前記第 1 および第 2 の 3 相コイルの対応する各相コイルは隣接して配置されている

請求項 1 に記載のリニアモータ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リニアモータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、リニアモータに関する。

【背景技術】

【0002】

コアレスリニアモータは、電機子にコア(鉄心)を持たないタイプのリニアモータであり、コギングがなく推力変動が小さい、精密制御が容易等の特徴をもつ。このコアレスリニアモータは、たとえば、工作機械、射出成形機、半導体製造装置等の各種分野に用いられている。コアレスリニアモータの構造は、たとえば、特許文献1等の開示されている。

たとえば、特許文献1に開示されているようなコアレスリニアモータの可動子では、コイルがコアを持たないため剛性が低い。このため、ステンレスやFRP等の非磁性材料からなるプレート状の保持板の両面に扁平に形成したコイルを樹脂で固定することにより、剛性を確保している。

コイルが固定された保持板を直線状に配列された一対の永久磁石列の間に配置し、一方の永久磁石列から他方の永久磁石列に向かう磁束とコイルに流れる電流との相互作用によって、左手のフレミング則に基づく推力が発生する。

【特許文献1】 特開 2002-165434号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上記のような構造のコアレスリニアモータでは、コイルの保持板は磁気回路の磁束の通路にあるため、保持板の肉厚を厚くすることができない。すなわち、保持板の両面にコイルを固定するタイプのコアレスリニアモータでは、保持板の肉厚を厚くするほど永久磁石の発生する磁束の利用効率が低下するため、可動子の剛性向上は構造上限界がある。保持板に十分な剛性が確保できないと、リニアモータを駆動したときに振動が発生しやすく、制御ループゲインを高めることができないという不利益がある。

また、コイルは熱伝導性の低い樹脂で保持板に固定され、かつ、保持板もステンレス等の熱伝導率の低い材料で形成されているため、コイルから発生する熱により温度上昇しやすく、リニアモータの位置決め精度を確保するのが困難である。放熱性の観点からは、アルミニウム合金などの熱伝導率の高い金属を保持板に用いるのが好ましいが、アルミニウム合金などの熱伝導率の高い金属はステンレス等と比べて電気抵抗も低いため、モータ駆動時にステンレスなどよりはるかに大きな誘導電流が発生する。この誘導電流と磁石の磁束との相互作用により推力とは逆方向の力が発生し、推力変動が大きくなる。このため、アルミニウム合金などの熱伝導率の高い金属を保持板に用いるのは困難であった。

【0004】

本発明は、上記した問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、電機子の剛性が向上するとともに、電機子コイルの発熱による温度上昇を抑制できるリニアモータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のリニアモータは、導電線を筒状に巻いた3相コイルを有する電機子と、磁極が前記3相コイルの外周面に対向し、かつ、同じ極性の磁極が対向するように配置された複数の磁石と、非磁性で、かつ、導電性を有し、前記3相コイルの内周を共通に支持する補強部材とを有する。

【0006】

好適には、前記3相コイルは、各相コイルが筒状に整列多層巻きされ、かつ、接着剤で固められており、電気絶縁性の部材を介して端面が互いに結合されている。

【0007】

好適には、前記補強部材は、金属で形成されている。

さらに、好適には、前記補強部材は、アルミニウム合金または銅合金で形成されている。

【0008】

前記補強部材は、内部に流体が通過可能な貫通路を有する構成とすることも可能である。

【0009】

好適には、前記補強部材は、前記 3 相コイルが発生した熱を外部に放出する放熱手段を有する。

【0010】

また、前記電機子は、互いに逆位相の磁界を発生させる第 1 および第 2 の 3 相コイルを有し、前記第 1 および第 2 の 3 相コイルの対応する各相コイルは隣接して配置されている構成を採用することもできる。

【0011】

本発明では、電機子に用いる 3 相コイルを導電線を筒状に巻いて形成するため、コイルの断面 2 次モーメントを大きくとることができ、コイルの剛性、特に、曲げ、せん断剛性が高まる。また、導電線を筒状に整列多層巻きし、かつ、接着剤で固め、電気絶縁性の部材を介して端面を互いに結合することで、コイル自体の剛性が飛躍的に高まる。

このように形成された 3 相コイルの外周面に対向する位置に磁気回路を構成するための磁石に対向配置し、かつ、同じ極性の磁極が対向するように配置すると、互いに対向する磁石の磁束の向きは相反しているため、磁束は磁石に近い位置にあるコイルには到達するが、3 相コイルの内部では磁束密度が非常に小さくなる。

対向する磁石の一方の磁束とコイルとの間で発生する力の向きと、他方の磁束とコイルとの間で発生する力の向きとは同じ向きとなり、これがリニアモータの推力となる。

非磁性で導電性を有する補強部材は、3 相コイルの内周を支持し、剛性がアップしたコイルをさらに補強する。この補強部材は、導電性を有し、3 相コイルの発生する磁束が通過するため、誘導電流が流れるが、磁石からの磁束が届かないコイル内部にあるため、推力とは逆方向の力がほとんど発生しない。

本発明では、上記のような構造を採用したことで、アルミニウム合金や銅合金当の熱伝導率の高い金属材料を補強部材に使用することが可能となる。したがって、コイルで発生する熱が高熱伝導率の材料で形成された補強部材を通じて外部に効率よく放出される。

さらに、本発明では、3 相コイルに対して逆位相相の関係にある 3 相コイルを各相コイルに隣接して配置すると、互いに隣接するコイルの内部では、相反する向きの磁束が発生し、互いに打ち消し合い、補強部材を通過する磁束が大幅に減少し、補強部材に誘導電流がほとんど流れなくなる。この結果、補強部材に磁石からの磁束が到達したとしても、推力とは逆方向の力の発生を大幅に抑えることができる。また、渦電流損失を回避でき、モータの効率低下を防ぐことができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、電機子部分の剛性を大幅に向上させることができる。

また、本発明によれば、コイルからの熱を効率良く放出でき、温度上昇が抑制されたりリニアモータが得られる。

さらに、本発明によれば、電機子部分が大幅に軽量化されたりリニアモータが得られる。

また、本発明によれば、推力の変動が大幅に抑制されたりリニアモータが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

第 1 の実施形態

図 1 は、本発明の一実施形態に係るリニアモータの構造を示す斜視図である。

図 1 に示すように、リニアモータ 1 は、可動部 2 と固定部 50 とを有する。なお、本実

施形態では、可動部 2 が電機子となっている。

【0014】

固定部 50 は、ヨーク 51 と、ヨークに保持された複数の永久磁石 60 とを有する。

ヨーク 51 は、互いに対向する平面をもつ、所定の間隔に対向する対向部 51A, 51B と、これらに垂直に配置され直動方向 A1 および A2 に沿って対向部 51A, 51B の一端部を連結する連結部 51C とからなる。なお、直動方向 A1, A2 は可動部 2 の運動する方向である。対向部 51A, 51B の間隔は、補強部材 20 の剛性を確保でき相互の永久磁石からの磁束が影響しない程度の大きさとする。

対向部 51A, 51B および連結部 51C は、たとえば、鉄などの強磁性体材料で一体に形成されている。対向部 51A, 51B または連結部 51C の外側面がベースなどに固定される。なお、対向部 51A, 51B および連結部 51C は、別体としてもよい。また、連対向部 51A, 51B に強磁性体を用い、連結部に非磁性体を用いる構成としてもよい。また、ヨーク 51 は、軽量化の観点から、アルミニウム合金等の比強度の高い軽量の金属や強化プラスチックなどの非磁性材料を用いてもよい。

【0015】

永久磁石 60 は、外形が長方形の平板状に形成されており、各永久磁石 60 は同じ寸法を有する。

これらの永久磁石 60 は、対向部 51A, 51B の各対向面に直動方向 A1, A2 に沿って配列されている。永久磁石 60 は、直動方向 A1, A2 に沿って磁極の極性が交互に反転する、すなわち、N 極、S 極、N 極、S 極となるように配列されている。さらに、対向部 51A 側と対向部 51B とで対向する永久磁石 60 は、同じ極性の磁極が対向するように配置されている。

【0016】

図 2 は、可動部 2 の構造を示す斜視図である。

図 2 に示すように、可動部 2 は、コイル結合体 3 と、補強部材 20 と、保持部材 10 とを有する。

保持部材 10 は、プレート状の部材からなり、たとえば、ステンレス、アルミニウム合金等の金属で形成されている。保持部材 10 は、コイル結合体 3 を保持する役割を果たす。この保持部材 10 は、図示しないガイド機構によって直動方向 A1 および A2 に移動自在に支持されている。

【0017】

コイル結合体 3 は、3 相コイル 3A, 3B, 3C からなる。この各コイル 3A, 3B, 3C は、たとえば、電気絶縁材料で被覆された導電線にウエット状態の接着剤を塗布し、これを筒状に整列多層巻きし、接着剤を硬化させて固めたものである。コイル 3A, 3B, 3C は、断面の輪郭形状が長方形であり、永久磁石 60 に対向する各辺がそれ以外の辺よりも長くなっている。また、中央部に輪郭が長方形の中空部をもつ。

筒状の 3 相コイル 3A, 3B, 3C をそれぞれ形成したのち、非磁性材料からなる電気絶縁性部材 9 によって端面同士が互いに結合される。電気絶縁性部材 9 は、たとえば、ガラスエポキシ樹脂や硬質アルマイト処理されたアルミ合金である。

なお、3 相コイル 3A, 3B, 3C の巻き方向は、すべて同じである。

また、3 相コイル 3A, 3B, 3C を上記構成とすることにより、断面 2 次モーメントを大きくとることができ、3 相コイル 3A, 3B, 3C コイルの剛性、特に、曲げ、せん断剛性が高まる。

【0018】

補強部材 20 は、可動部 2 に必要な剛性を得るために設けられている。補強部材 20 は、四角柱状の部材からなり、3 相コイル 3A, 3B, 3C の中空部に嵌合し、3 相コイル 3A, 3B, 3C の内周を支持する。補強部材 20 の断面の輪郭形状は、長方形であり、3 相コイル 3A, 3B, 3C の中空部の形状と合致している。

補強部材 20 は、コイル結合体 3 の中空部に嵌合挿入され、電気絶縁性部材 9 と同様の材料で固定される。なお、コイル結合体 3 をあらかじめ所定精度で形成することができる

ので、組み立ては非常に容易である。

補強部材 30 は、非磁性でかつ導電性を有する材料で形成されている。非磁性でかつ導電性を有する材料としては、たとえば、ステンレス、カーボングラファイト、アルミニウム合金、銅合金などが挙げられる。この補強部材 30 には、3 相コイル 3A, 3B, 3C から発生する熱を効率良く外部へ放出する観点から、できるだけ熱伝導性が高い材料を用いるのが好ましく、アルミニウム合金や銅合金等の金属が最適である。

【0019】

図 3 に示すように、補強部材 20 は、長手方向においてコイル結合体 3 の全長よりも長く、補強部材 20 の端部 20e は、コイル結合体 3 の両端部から突き出ている。補強部材 20 の両端部 20e は、スペーサ 25 を介して上記した保持部材 10 にボルト 30 によって締結されている。スペーサ 25 には、アルミニウム合金等の熱伝導性が高い非磁性の材料を用いる。補強部材 20 をスペーサ 25 を介して保持部材 10 に連結すると、保持部材 10 はコイル結合体 3 の対向する外周面を全面的に保持した状態となる。

このような構造により、3 相コイル 3A, 3B, 3C で発生した熱は、補強部材 20 に伝わり、スペーサ 25 を介して保持部材 10 に伝導可能となっている。また、3 相コイル 3A, 3B, 3C で発生した熱は保持部材 10 へ直接伝導可能となっている。したがって、3 相コイル 3A, 3B, 3C で発生した熱を外部へ効率良く放出することが可能となる。

【0020】

3 相コイル 3A, 3B, 3C は、断面の輪郭形状が長方形状となっているため、図 4 に示すように、互いに対向する永久磁石 60 の対向面 60f は、コイル結合体 3 の外周面 3f に対して所定の空隙をもって対向しており、対向面 60f と外周面 3f は略平行である。

【0021】

次に、上記構成のリニアモータ 1 の作用について図 5 を参照して説明する。

図 5 に示すように、直動方向 A1, A2 に関して、一对の磁極、すなわち、2 個の永久磁石 60 の寸法と、3 相コイル 3A, 3B, 3C の寸法とが略一致する。

3 相コイル 3A, 3B, 3C を間にして、対向する永久磁石 60, 60 の磁束 BF は、磁極の極性が同じであることから、対向している永久磁石 60, 60 の一方から他方へはほとんど向かわず、主に隣接する永久磁石 60, 60 へ向かう。

したがって、図 5 からわかるように、永久磁石 60 の磁束 BF は、永久磁石 60 の表面 60f 付近に主に分布し、3 相コイル 3A, 3B, 3C の内部へは到達しにくい。

【0022】

3 相コイル 3A, 3B, 3C へそれぞれ位相が 120 度ずつ異なる U 相、V 相、W 相の 3 相交流を供給すると、ヨーク 51A 側の 3 相コイル 3A, 3B, 3C に流れる電流の方向と、ヨーク 51B 側の 3 相コイル 3A, 3B, 3C に流れる電流の方向は逆向きであり、かつ、ヨーク 51A 側の 3 相コイル 3A, 3B, 3C を貫く磁束 BF の向きと、ヨーク 51B 側の 3 相コイル 3A, 3B, 3C を貫く磁束 BF の向きとは逆になる。このため、ヨーク 51A 側とヨーク 51B 側とには、同じ向きの推力が発生する。

【0023】

3 相コイル 3A, 3B, 3C に電流が流れると、電磁誘導により磁界が発生し、補強部材 20 に誘導電流が流れる。アルミニウム合金等の電気抵抗の低い金属を補強部材 20 に用いると、より大きな誘導電流が流れる。このとき、3 相コイル 3A, 3B, 3C 内に達する永久磁石 60 の磁界の磁束密度が大きいと、推力とは逆方向の力が発生する。

この推力とは逆方向の力の発生を防ぐためには、永久磁石 60 の表面 60f と、これに対向する補強部材 20 の表面 20f との距離を L_d とすると、距離 L_d をある程度確保する必要がある。

たとえば、本実施形態の構造においては、補強部材 20 にアルミニウム合金を用いた場合、補強部材 20 の表面 20f に入射する磁束 BF の密度が永久磁石 60 の表面 60f の中央における磁束密度の $1/2$ 以下となるように距離 L_d を設定すれば、ほとんど影響の

ない状態となる。

【0024】

以上のように、本実施形態によれば、3相コイル3A、3B、3C自体の剛性を高めた上に、3相コイル3A、3B、3Cの内部に芯として非磁性の補強部材20を設けることで、電機子がコアレスであっても、剛性を飛躍的に高めることが可能となる。この結果、リニアモータ1を駆動制御する際に、制御ループゲインを高めることが可能となり、外乱に強いナノレベルの位置決め制御に対応可能となる。

【0025】

また、3相コイル3A、3B、3Cを筒状とし、これを同じ極性の磁極が対向する永久磁石60の間に配置することで、アルミニウム合金等の電気抵抗の低い材料を補強部材20に用いて大きな誘導電流が流れたとしても、コイル内部における永久磁石60からの磁束BFの影響が非常に小さいので推力とは逆方向の力の発生を最小限に抑えることができる。この結果、リニアモータ1の推力変動を大幅に抑制することができる。

さらに、本実施形態では、アルミニウム合金や銅合金等の熱伝導率の高い金属材料を補強部材20に使用することが可能となるので、3相コイル3A、3B、3Cをコイルで発生する熱が高熱伝導率の材料で形成された補強部材を通じて外部に効率よく放出される。この結果、リニアモータの温度上昇の抑制や熱変形による位置決め精度の低下を防ぐことが可能となる。

また、本実施形態では、補強部材20にアルミニウム合金や銅合金などの電気抵抗の低い材料を使用するため、補強部材20に電気抵抗の高い材料を用いる場合に比べて、3相コイル3A、3B、3Cと補強部材20との相互インダクタンスを小さくすることができる。リニアモータ1の電氣的応答性を向上させることができる。

【0026】

第2の実施形態

図6は、本発明の第2の実施形態に係るリニアモータの可動部の構造を示す斜視図である。なお、本実施形態に係るリニアモータの基本的な構成は第1の実施形態のリニアモータ1と同様である。また、図6において、第1の実施形態と同一構成部分は同一の符号を使用している。

図6に示す可動部2Aは、3相コイル3A1、3B1、3C1と、3相コイル3A2、3B2、3C2からなるコイル結合体30を備えている。各相のコイル3A2、3B2、3C2は、各相のコイル3A1、3B1、3C1にそれぞれ隣接して配置されている。

3相コイル3A1、3B1、3C1と3相コイル3A2、3B2、3C2は、上述した実施形態の3相コイル3A、3B、3Cと同様の構成である。コイル結合体30も上述した実施形態と同様に形成される。

3相コイル3A2、3B2、3C2は、3相コイル3A1、3B1、3C1に対して逆位相、すなわち、位相が180度異なる磁界を発生する。

【0027】

次に、可動部2Aを備えるリニアモータの作用について説明する。

図7に示すように、2組の3相コイル3A1、3B1、3C1および3相コイル3A2、3B2、3C2は、2対の磁極、すなわち、4個の隣り合う永久磁石60に対向する。直動方向A1およびA2に関して、4個の永久磁石60の寸法と、6個のコイルの寸法とが略同じである。

【0028】

たとえば、3相コイル3A1、3B1、3C1と3相コイル3A2、3B2、3C2の巻き方向が同じ場合には、U相、V相、W相の3相交流を3相コイル3A1、3B1、3C1へ供給し、3相コイル3A2、3B2、3C2へは、3相交流と位相が180度異なる-U相、-V相、-W相の3相交流を供給する。これにより、図7に示すように、コイル3A1、3A2、コイル3B1、3B2およびコイル3C1、3C2には、それぞれ逆向きの磁界が発生する。これらは、逆位相の関係にあるため、磁界の磁束は互いに打ち消し

あう。

この結果、コイル内に存在する補強部材 20 に発生する誘導電流を抑制することができる。補強部材 20 に流れる誘導電流を抑えることができるため、補強部材 20 と永久磁石 60 との距離を短縮することができる。さらに、渦電流損を低下させることができ、モータ効率の低下を防ぐことができる。

【0029】

また、コイル 3A1, 3A2、コイル 3B1, 3B2 およびコイル 3C1, 3C2 内から漏れる磁束が抑制されるため、永久磁石 60 の形成する磁場への乱れを少なくできた、コイルの発生する磁束によるヨーク 51 の磁気飽和を防ぐことができる。

【0030】

なお、3相コイル 3A2, 3B2, 3C2 と 3相コイル 3A1, 3B1, 3C1 とが発生する磁界を逆位相とするには、3相コイル 3A2, 3B2, 3C2 と 3相コイル 3A1, 3B1, 3C1 の巻き方向を逆にして同相の 3相交流を印加してもよい、コイルの結線方法を変えることで対応してもよい。

【0031】

図 8 は、上記した第 2 の実施形態の変形例を示す図である。

図 8 に示すように、コイル 3A1, 3A2、コイル 3B1, 3B2 およびコイル 3C1, 3C2 の組の寸法を 2 個の磁石 60 の寸法と略同じとし、各コイルの組を 60 度または 120 度の位相分異ならせた配置とする。各コイルの組に上記と同様に磁界を発生させることにより、同様の作用、効果が得られる。

【0032】

図 9 は、補強部材の他の構造例を示す断面図である。

上述した第 1 および第 2 の実施形態では、補強部材 20 は中実の四角柱状の部材とした。

図 9 に示す補強部材 20B は、放熱性を高めるために、上記した直動方向 A1 および A2 に沿って貫通する貫通穴 20Ba が形成されている。貫通穴 20Ba を設けることにより、補強部材 20B の空気に触れる面積が増加し、コイルで発生した熱を放出しやすくなる。また、この貫通穴 20Ba に空気などの冷却媒体を供給すればさらに冷却効率が高まる。

【0033】

図 10 は、補強部材のさらに他の構造例を示す断面図である。

図 10 に示す補強部材 20C は、直動方向 A1 および A2 に沿って貫通する貫通穴 20Ca が形成されているとともに、貫通穴 20Ca の内壁に放熱用にフィン 20Cf が形成されている。フィン 20Cf を形成することで、さらに効率よく放熱することができる。

【0034】

図 11 は、本発明の第 3 の実施形態に係るリニアモータの斜視図である。

図 11 に示すように、リニアモータ 100 は、可動部 150 と固定部 101 とを有する。本実施形態では、固定部 101 が電機子となっている。

【0035】

固定部 101 は、コイル結合体 103 と、補強部材 120 と、保持部材 110 とを有する。

保持部材 110 は、プレート状の部材からなり、たとえば、ステンレス、アルミニウム合金等の金属で形成されている。保持部材 110 は、コイル結合体 103 を保持する役割を果たす。この保持部材 110 は、図示しないベース等に固定される。

【0036】

コイル結合体 103 は、3相コイル 103A, 103B, 103C が複数集まったものである。各コイル 103A, 103B, 103C は、電気絶縁部材 109 を介して結合されている。コイル結合体 103 の形成は、第 1 の実施形態で説明したコイル結合体 3 と同様である。ただし、3相コイル 103A, 103B, 103C が多数結合され、全長が長い点で異なる。

【0037】

補強部材 120 は、図 12 に示すように、コイル結合体 103 内を貫通しており、コイル結合体 103 に固定されている。

補強部材 120 は、コイル結合体 103 の強度を補う機能をもつが、主に、3 相コイル 103A, 103B, 103C からの熱を外部へ放出する役割を担っている。補強部材 120 の中心部には、後述するように、冷却媒体が流れる流路 120p が長手方向を貫通している。

この補強部材 120 には、第 1 の実施形態で説明した補強部材 20 と同様の形成材料が用いられる。

図 12 に示すように、補強部材 120 の端部 120e は、コイル結合体 103 の両端部から突き出ており、スペーサ 125 を介して保持部材 110 に図示しない締結部材によって締結されている。スペーサ 125 には、アルミニウム合金等の熱伝導性が高い非磁性の材料を用いる。

【0038】

図 12 に示すように、保持部材 110 は、コイル結合体 103 の対向する外周面を全面的に保持している。このため、比較的長い全長をもつ固定部 101 の剛性が飛躍的に高まる。

【0039】

可動部 150 は、ヨーク 151 と、ヨークに保持された複数の永久磁石 106 とを有する。この可動部 150 は、図示しないガイド機構によって直動方向 A1 および A2 に移動自在に支持されている。

ヨーク 151 は、図 13 に示すように、互いに対向する平面をもつ所定の間隔で対向する対向部 151A, 151B と、これらに垂直に配置され直動方向 A1 および A2 に沿って対向部 151A, 151B の一端部を連結する連結部 151C とが一体に形成されている。なお、対向部 151A, 151B、連結部 151C を別体としてもよい。

ヨーク 151 は、鉄などの磁性材料で形成することができるが、可動部 150 の軽量化の観点から、アルミニウム合金等の比強度の高い軽量の非磁性の材料を用いることができる。

また、対向部 151A, 151B に磁性材料を用い、連結部 151C にアルミニウム合金等の非磁性材料を用いても良い。

【0040】

永久磁石 106 は、外形が長形状の平板状に形成されており同じ寸法を有する。永久磁石 106 は、ヨーク 151 の対向部 151A, 151B の各対向面に固定されている。各対向面に 2 個ずつ設けられている。また、同じ対向面に設けられた永久磁石 106 は、磁極の極性が異なるように配置されている。さらに、対向部 151A 側と対向部 151B とで対向する永久磁石 106 は、同じ極性の磁極が対向するように配置されている。

【0041】

3 相コイル 103A, 103B, 103C は、断面の輪郭形状が長形状となっているため、図 13 に示すように、互いに対向する永久磁石 106 の対向面 106f は、コイル結合体 103 の外周面 103f に対して所定の空隙をもって対向しており、対向面 106f と外周面 103f は略平行に配置されている。

【0042】

次に、上記リニアモータ 100 の作用について図 14 を参照して説明する。

図 14 に示すように、直動方向 A1, A2 に関して、一对の磁極、すなわち、2 個の永久磁石 106 の寸法と、3 相コイル 103A, 103B, 103C の寸法とが略一致する。

3 相コイル 103A, 103B, 103C を間にして、対向する永久磁石 106, 106 の磁束 BF は、磁極の極性が同じであることから、対向している永久磁石 106, 106 の一方から他方へはほとんど向かわず、主に隣接する永久磁石 106 へ向かう。

したがって、図 14 からわかるように、永久磁石 106 の磁束 BF は、永久磁石 106 の表面付近に主に分布し、対向する 3 相コイル 103A, 103B, 103C の内部へは

到達しにくい。

【0043】

上記の状態において、3相コイル3A、3B、3Cに電流を供給する。電流は、すべてのコイルに流れる。これにより、電磁誘導により磁界が発生し、補強部材120に誘導電流が流れる。アルミニウム合金等の電気抵抗の低い金属を補強部材120に用いると、より大きな誘導電流が流れる。このとき、3相コイル103A、103B、103C内に達する永久磁石60の磁界の磁束密度が大きいと、推力とは逆方向の力が発生する。

この推力とは逆方向の力の発生を防ぐためには、永久磁石106と補強部材120との距離Ldを第1の実施形態と同様に確保する。これにより、第1の実施形態と同様の作用効果が得られる。

【0044】

次に、リニアモータ100の冷却方法の一例を図15を参照して説明する。

図15に示すように、補強部材120に形成された流路120pの一端に冷却媒体を供給する供給源300を接続し、冷却媒体CLを供給する。冷却媒体CLには、たとえば、空気等と比べて熱容量の高い水等の液体を用いる。

流路120pの一端から供給された冷却媒体CLは、補強部材120内を通過し、熱を効率よく吸収し、流路120pの他端から排出される。

本実施形態では、補強部材120が固定されているので、液体の冷却媒体CLを用いた強制冷却を容易に行うことができる。この結果、リニアモータの温度管理が容易にでき、ナノ位置決め制御等の精密制御において特にメリットがある。

【0045】

第4の実施形態

図16は、本発明の第4の実施形態に係るリニアモータの構成を示す図である。

なお、本実施形態に係るリニアモータの基本的な構成は第3の実施形態のリニアモータ100と同様である。また、図16において、第3の実施形態と同一構成部分は同一の符号を使用している。

図16に示すリニアモータ100Aは、第3の実施形態と同様に、固定部が電機子であり、可動部に永久磁石が設けられている。リニアモータ100Aは、複数の3相コイル103A1、103B1、103C1と、3相コイル103A2、103B2、103C2からなるコイル結合体103-Aを備えている。また、各相のコイル103A2、103B2、103C2は、各相のコイル103A1、103B1、103C1にそれぞれ隣接して配置されている。

3相コイル103A1、103B1、103C1と3相コイル103A2、103B2、103C2は、上述した実施形態の3相コイル103A、103B、103Cと同様の構成である。

3相コイル103A2、103B2、103C2は、3相コイル103A1、103B1、103C1に対して位相が180度異なる磁界を発生する。

【0046】

また、ヨーク151A、151Bには、それぞれ4個の永久磁石160が磁極の極性が直動方向A1およびA2に沿って交互に反転するように配列され、かつ、対向する永久磁石160の磁極の極性が同じになるように固定されている。

【0047】

図16に示すように、2組の3相コイル103A1、103B1、103C1および3相コイル103A2、103B2、103C2は、2対の磁極、すなわち、4個の隣り合う永久磁石60に対向する。直動方向A1およびA2に関して、4個の永久磁石60の寸法と、6個のコイルの寸法とが略同じである。

【0048】

上記構成のリニアモータ100Aにおいて、U相、V相、W相の3相交流を3相コイル103A1、103B1、103C1へ供給し、3相コイル103A2、103B2、103C2へは、3相交流と位相が180度異なる-U相、-V相、-W相の3相交流を供給

する。コイル103A1, 103A2、コイル103B1, 103B2およびコイル103C1, 103C2には、それぞれ逆向きの磁界が発生する。この結果、第2の実施形態と同様の作用、効果が得られる。

【0049】

第5の実施形態

図17は、本発明の第5の実施形態に係るリニアモータの構成を示す図である。

図18は、図17に示すリニアモータの可動部および固定部の構造を示す断面図である。

本実施形態に係るリニアモータは、電機子が固定部であり、可動部に永久磁石が設けられている。また、本実施形態に係るリニアモータの基本的な構成は、第3の実施形態または第4の実施形態と同様である。

本実施形態では、ヨーク151-Aを外形が四角の筒状に形成している。ヨーク151-Aの内面には、2組の対向する永久磁石106が設けられている。これらの永久磁石106がコイル結合体103の4つの外周面にそれぞれ対向している。

このように構成することにより、コイルが利用する永久磁石の利用効率が高まり、推力等を向上させることができる。

【0050】

なお、上述した実施形態では、コイルの断面形状を長方形とし、永久磁石を平板状に形成したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、コイルの断面形状は、正方形、円形、長円形状などの他の形状でもよく、永久磁石はこれらの形状に応じて湾曲した形状とすることができる。また、ヨークの形状もこれに合わせて変更可能である。

また、上述した実施形態では、コイルを筒状に形成した後に、コイル内に補強部材を挿入する構成としたが、電気絶縁された導電線を補強部材の周囲に直接巻いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】 本発明の一実施形態に係るリニアモータの構造を示す斜視図である。

【図2】 可動部の構造を示す斜視図である。

【図3】 可動部の側面図である。

【図4】 可動部および固定部の直動方向に直交する平面に沿った断面図である。

【図5】 リニアモータの作用を説明するための図である。

【図6】 本発明の第2の実施形態に係るリニアモータの可動部の構造を示す斜視図である。

【図7】 図6に示した可動部をもつリニアモータの作用を説明するための図である。

【図8】 第2の実施形態の変形例を示す図である。

【図9】 補強部材の他の構造例を示す断面図である。

【図10】 補強部材のさらに他の構造例を示す断面図である。

【図11】 本発明の第3の実施形態に係るリニアモータの斜視図である。

【図12】 図11に示すリニアモータの側面図である。

【図13】 図11に示すリニアモータの可動部および固定部の直動方向に直交する平面に沿った断面図である。

【図14】 図11に示すリニアモータの可動部および固定部の水平面方向の断面図である。

【図15】 図11に示すリニアモータにおける冷却方法の一例を示す断面図である。

【図16】 本発明の第4の実施形態に係るリニアモータの構成を示す図である。

【図17】 本発明の第5の実施形態に係るリニアモータの構成を示す図である。

【図18】 図17に示すリニアモータの可動部および固定部の構造を示す断面図である。

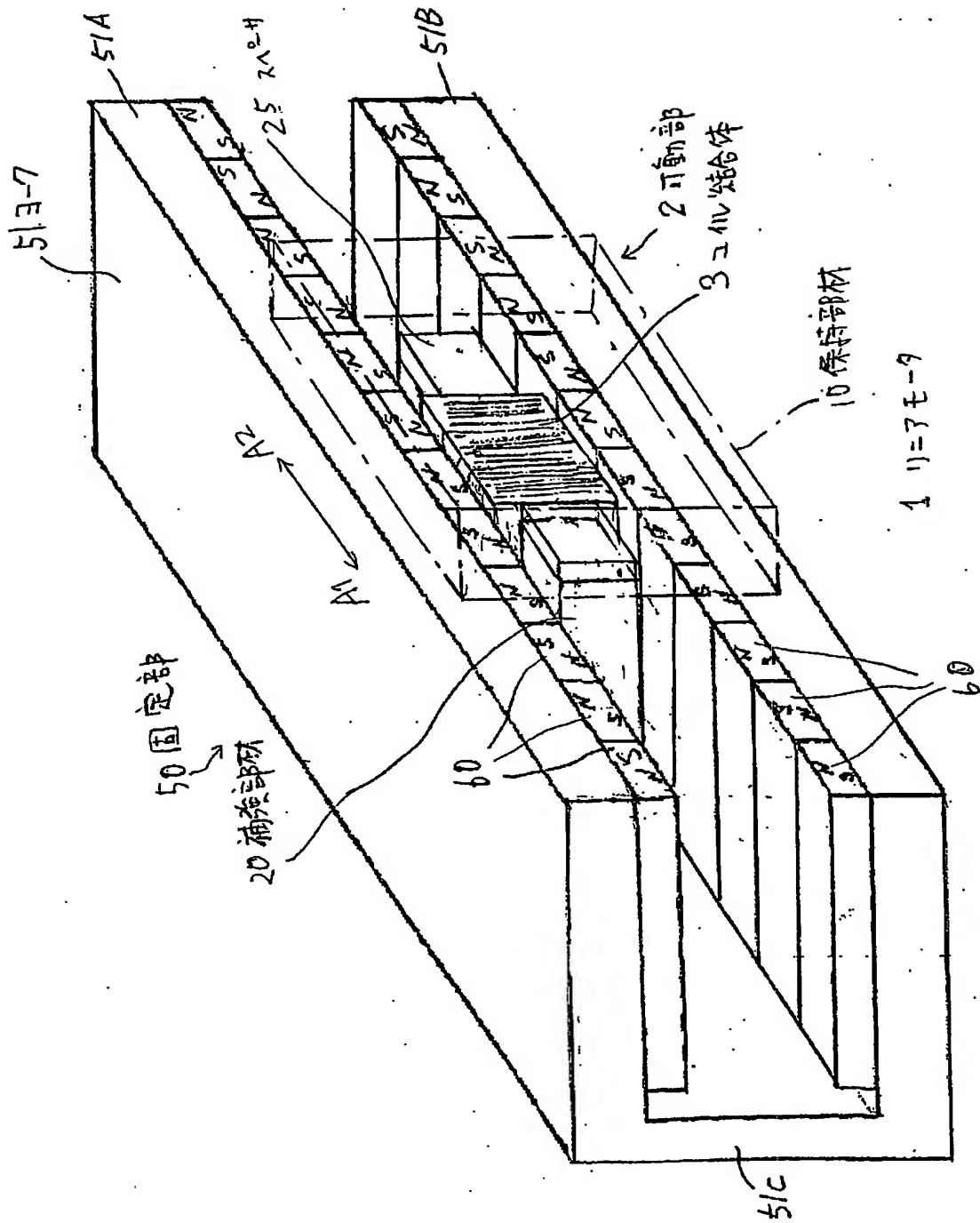
【符号の説明】

【0052】

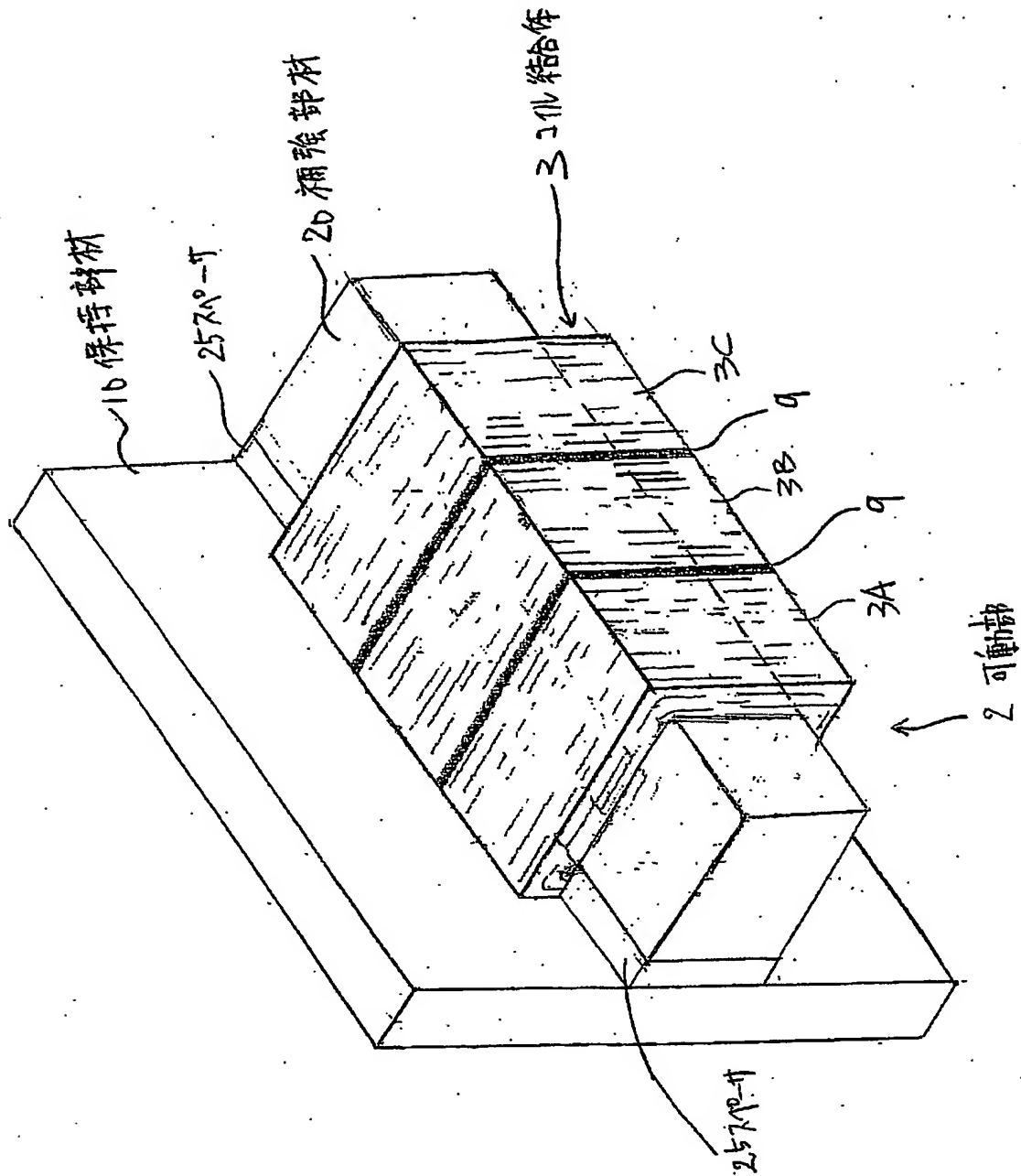
1, 100...リニアモータ

2 ...可動部
3 ...コイル結合体
3 A, 3 B, 3 C ... 3 相コイル
9 ...樹脂
1 0 ...保持部材
2 0 ...補強部材
2 5 ...スペーサ
5 0 ...固定部
5 1, 1 5 1 ...ヨーク
6 0 ...永久磁石

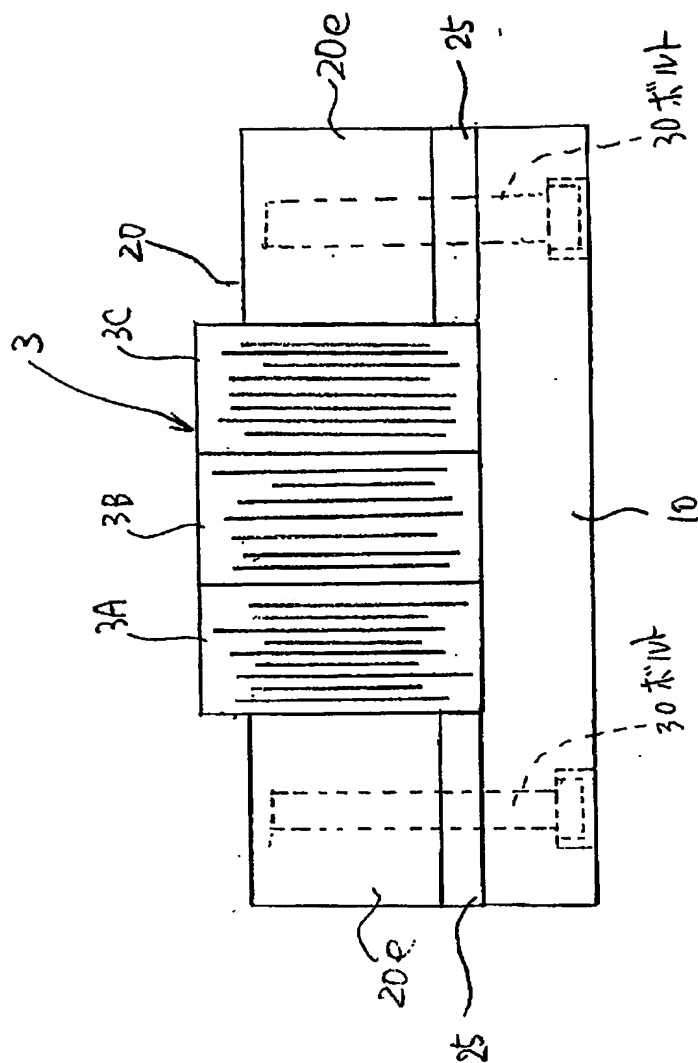
【書類名】 図面
【図 1】



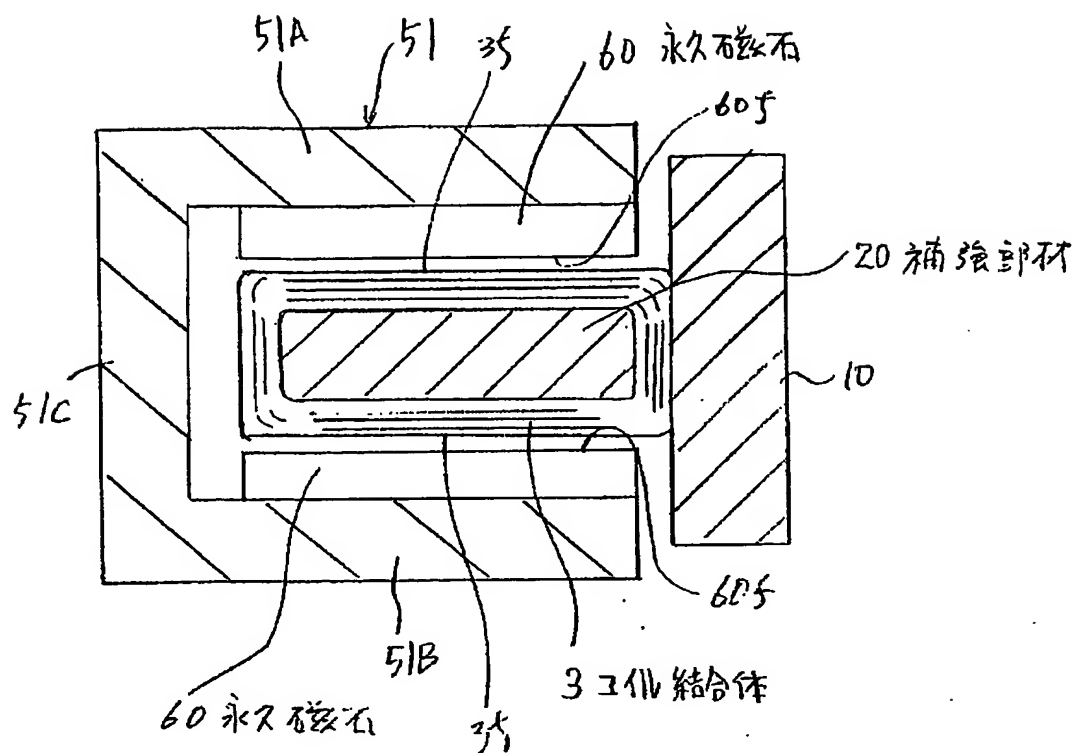
【図2】



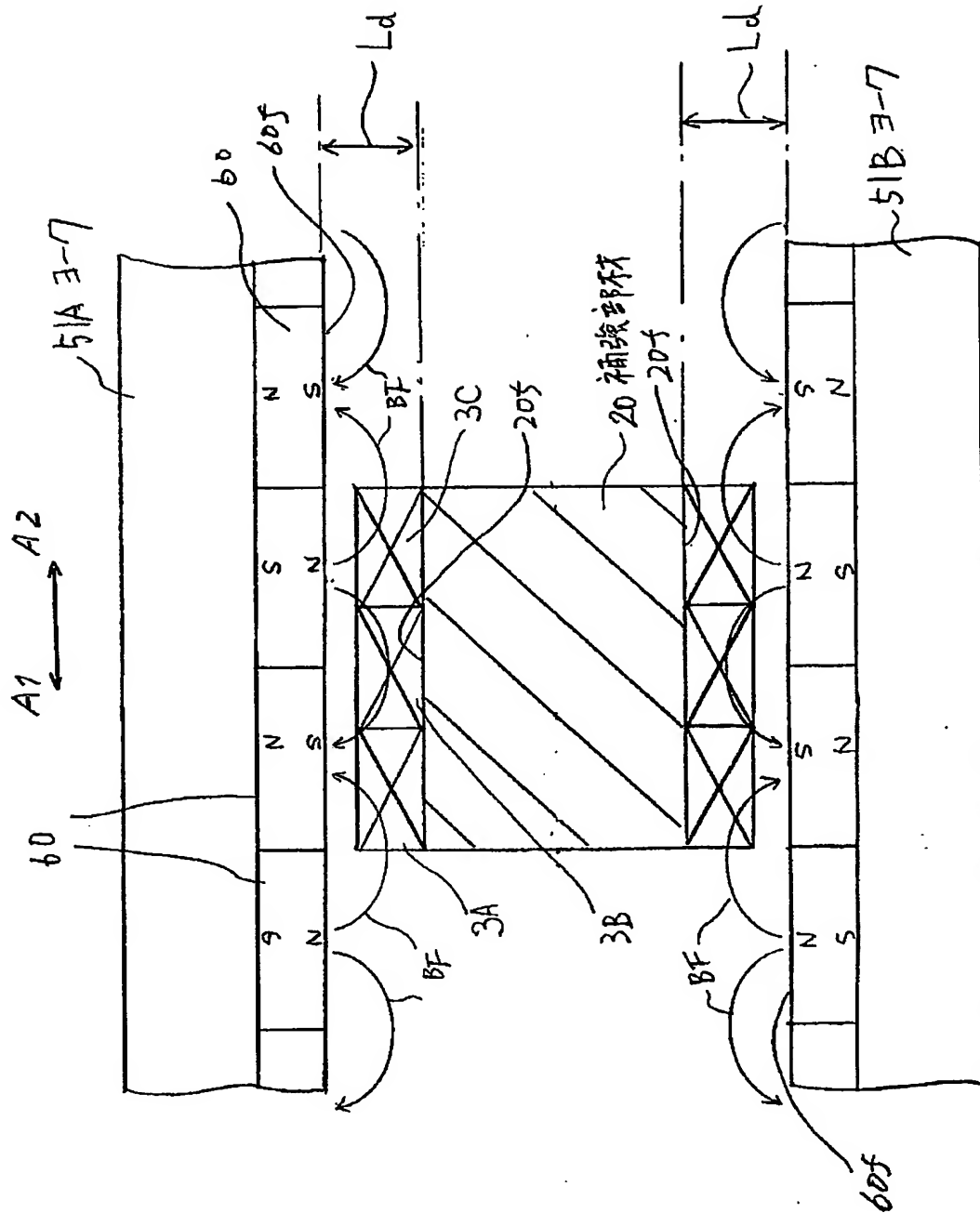
【図 3】



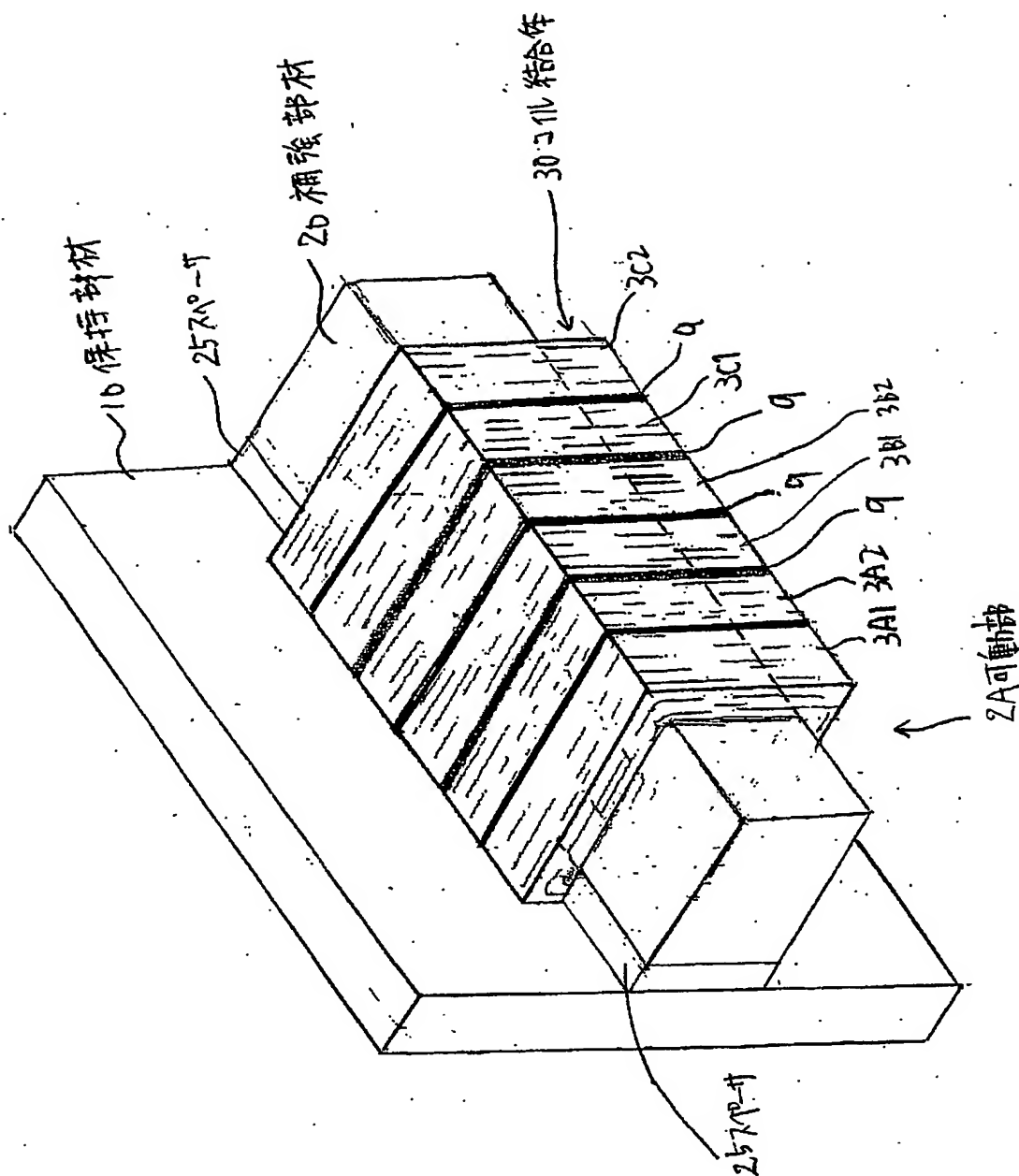
【図 4】



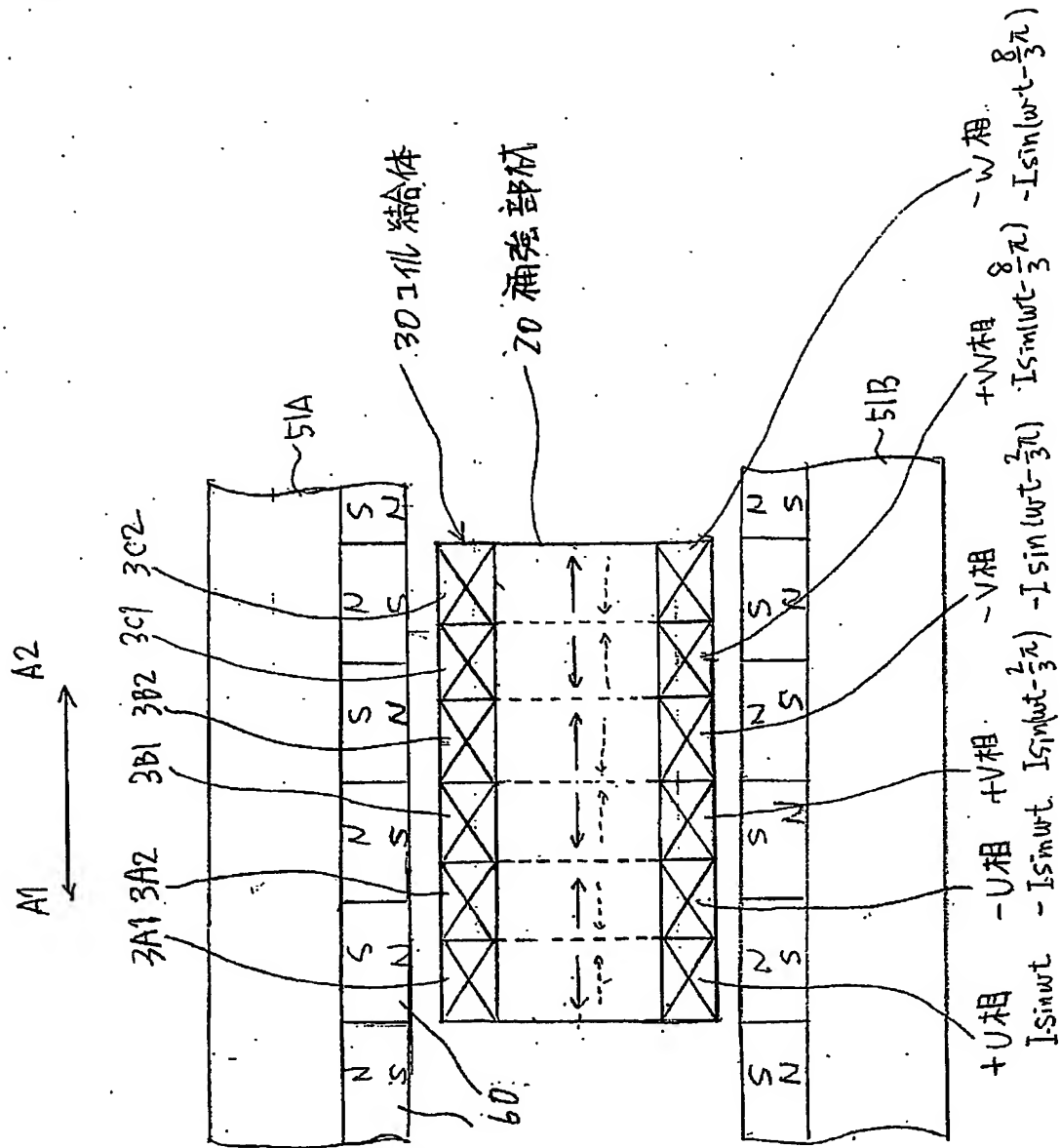
【図 5】



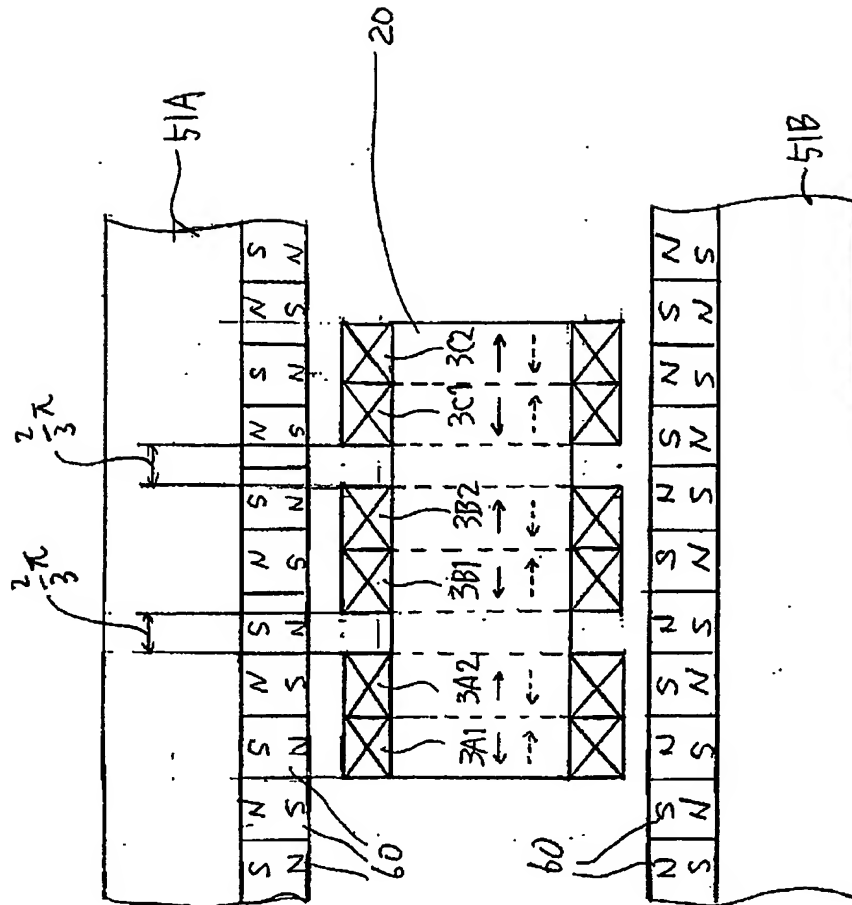
【図6】



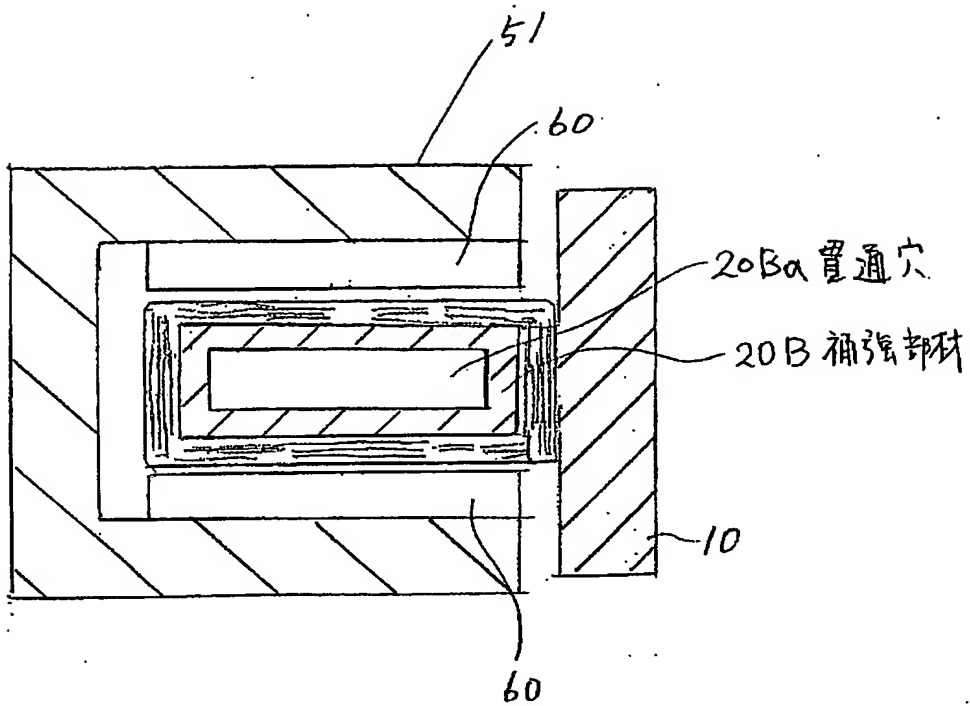
【図7】



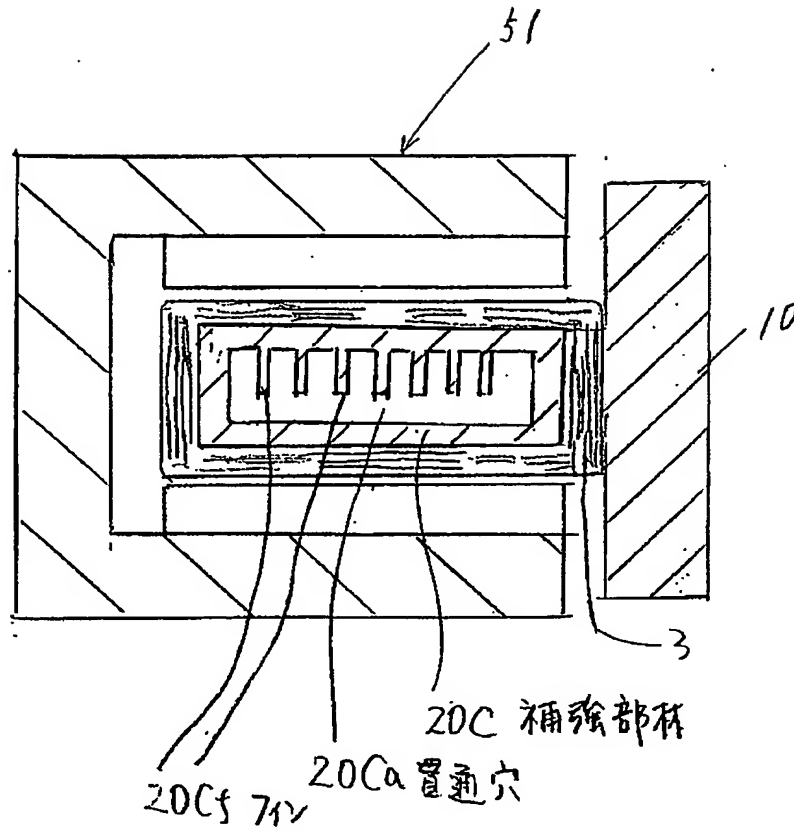
【図 8】



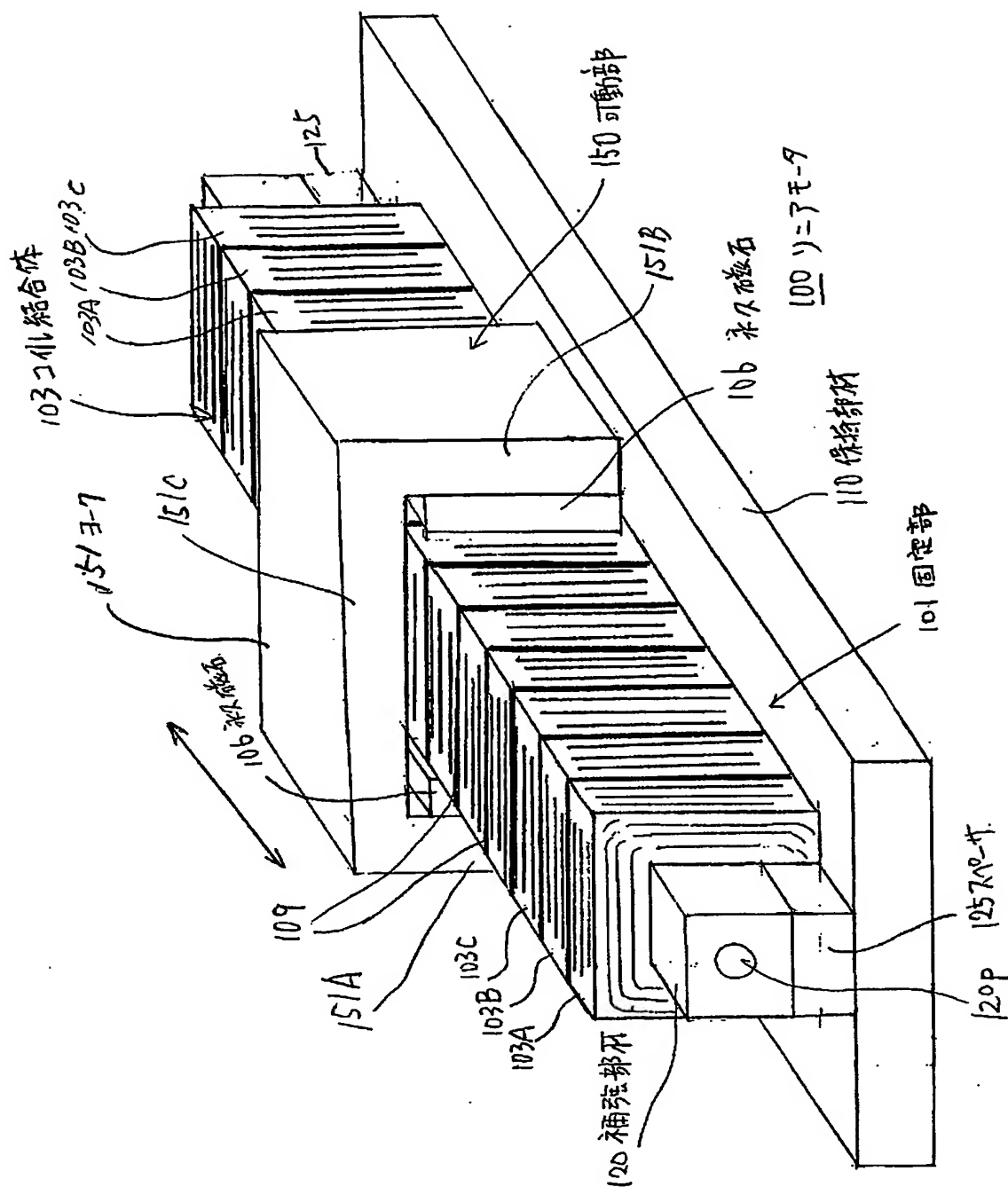
【図 9】



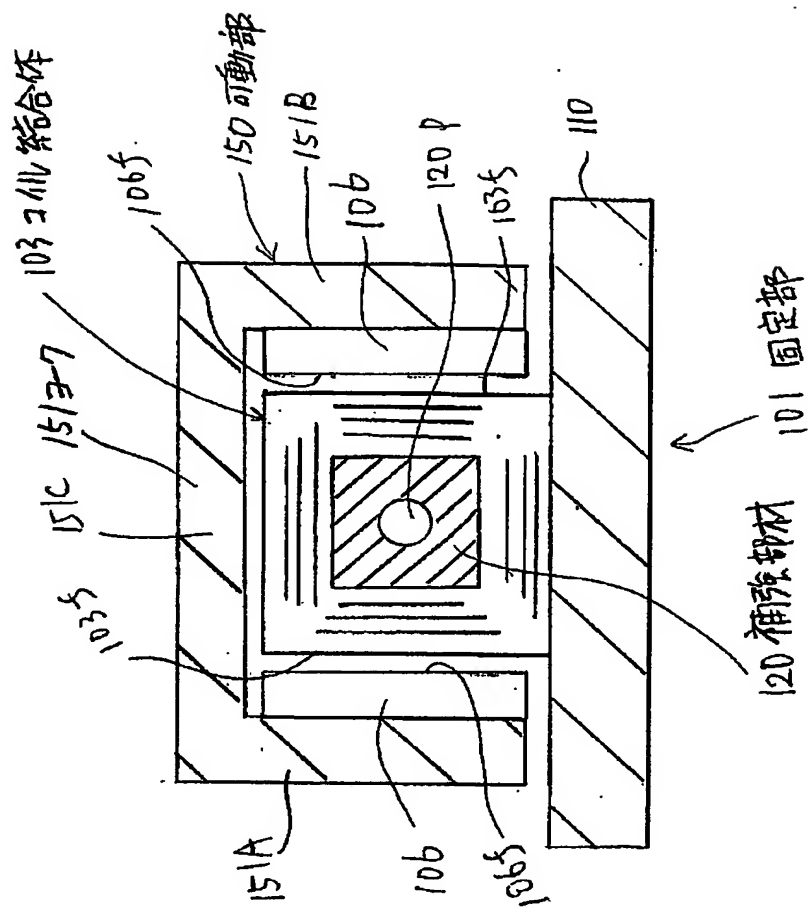
【図 10】



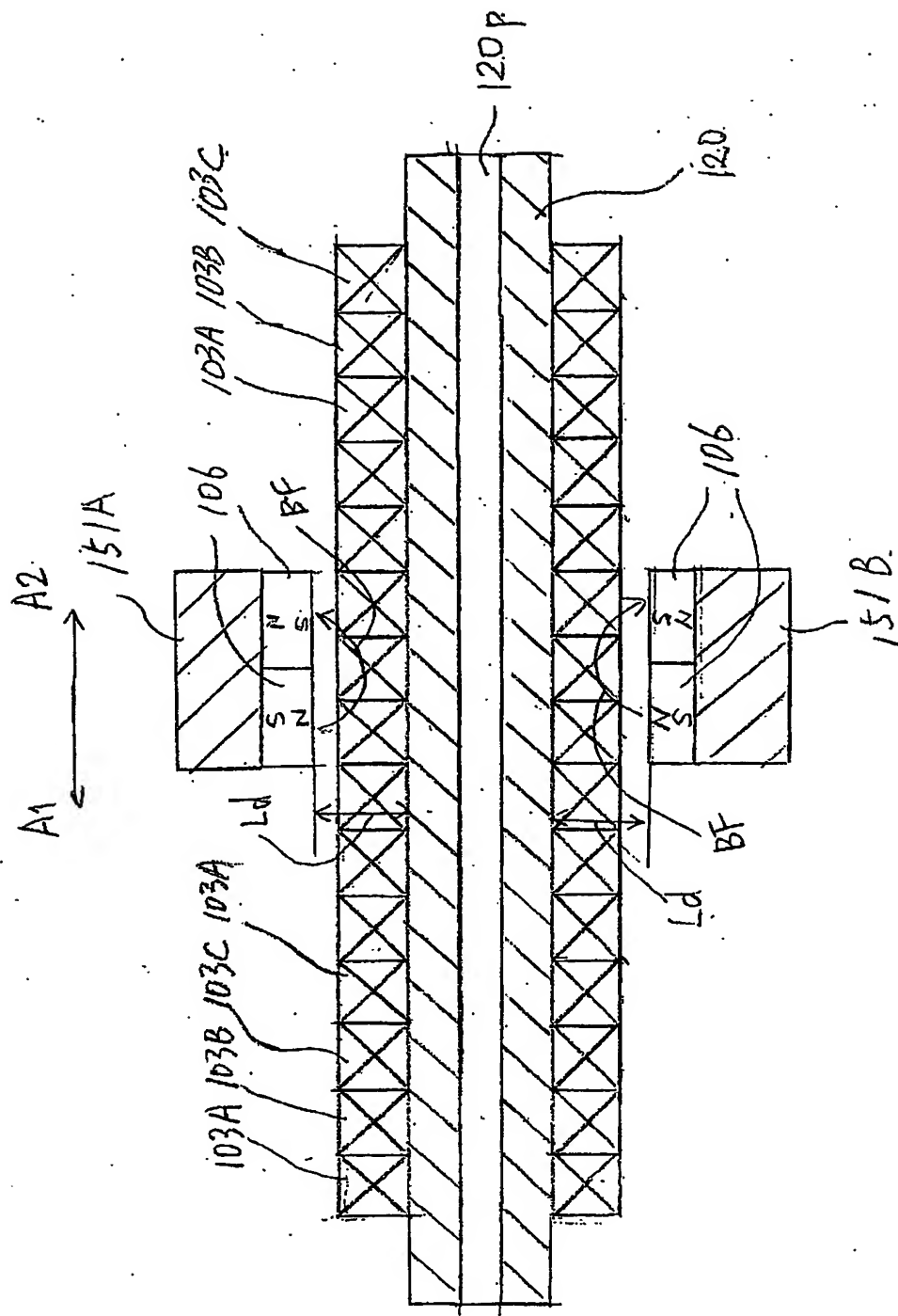
【図11】



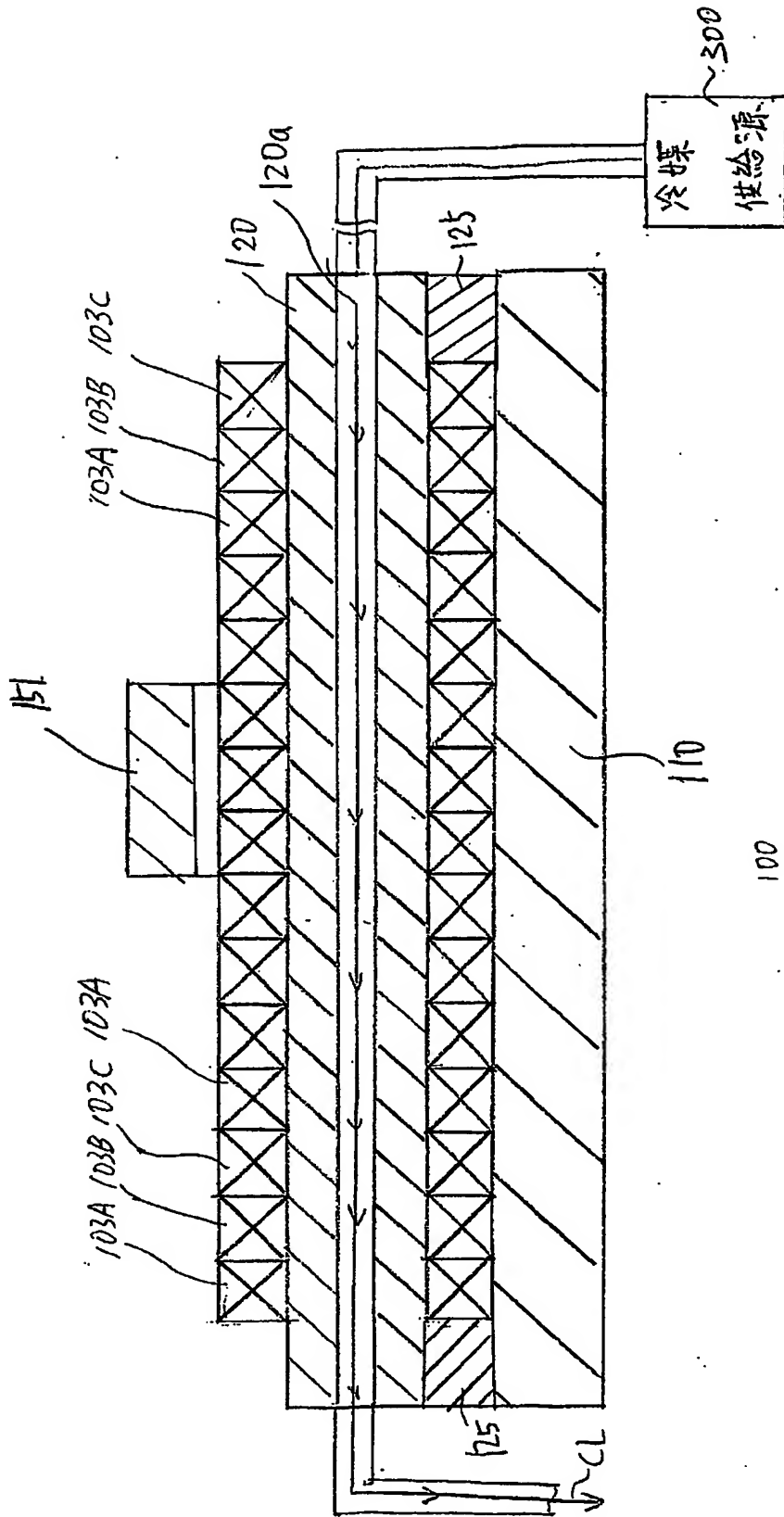
【図 13】



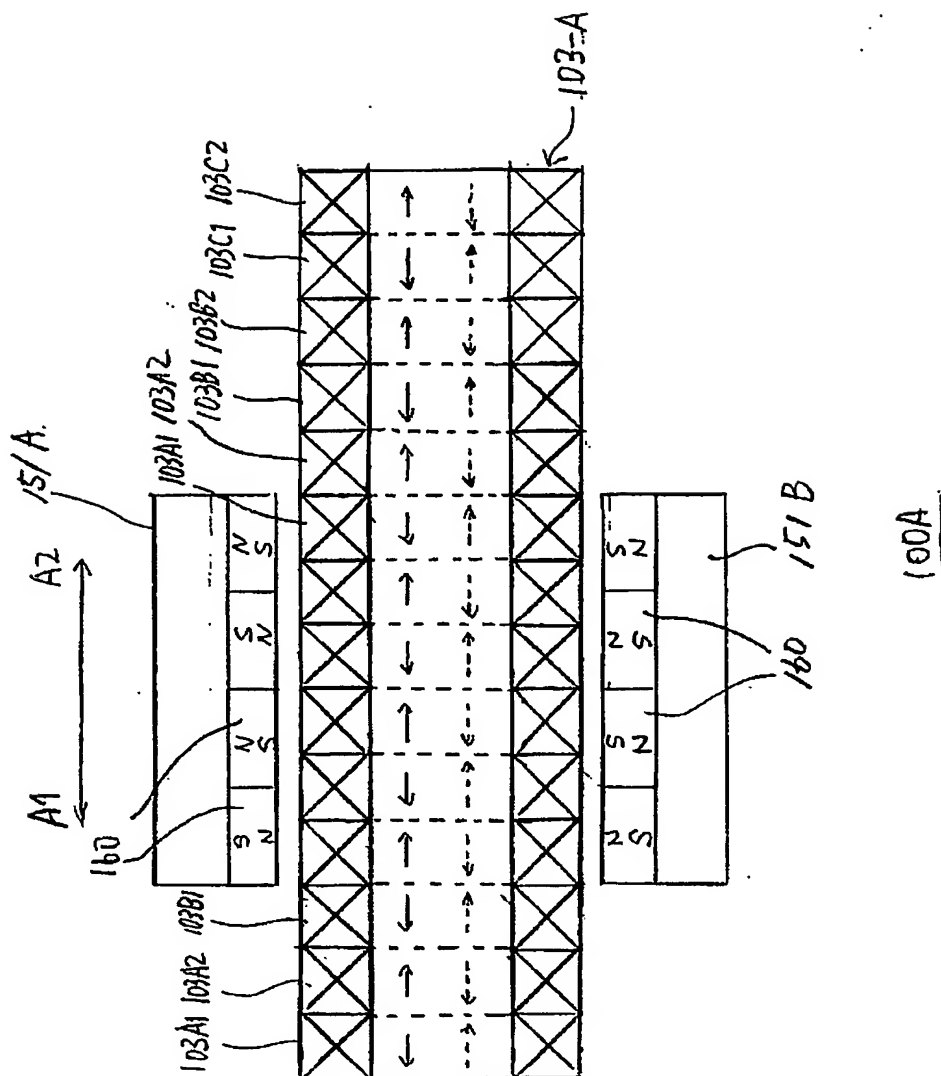
【図 14】



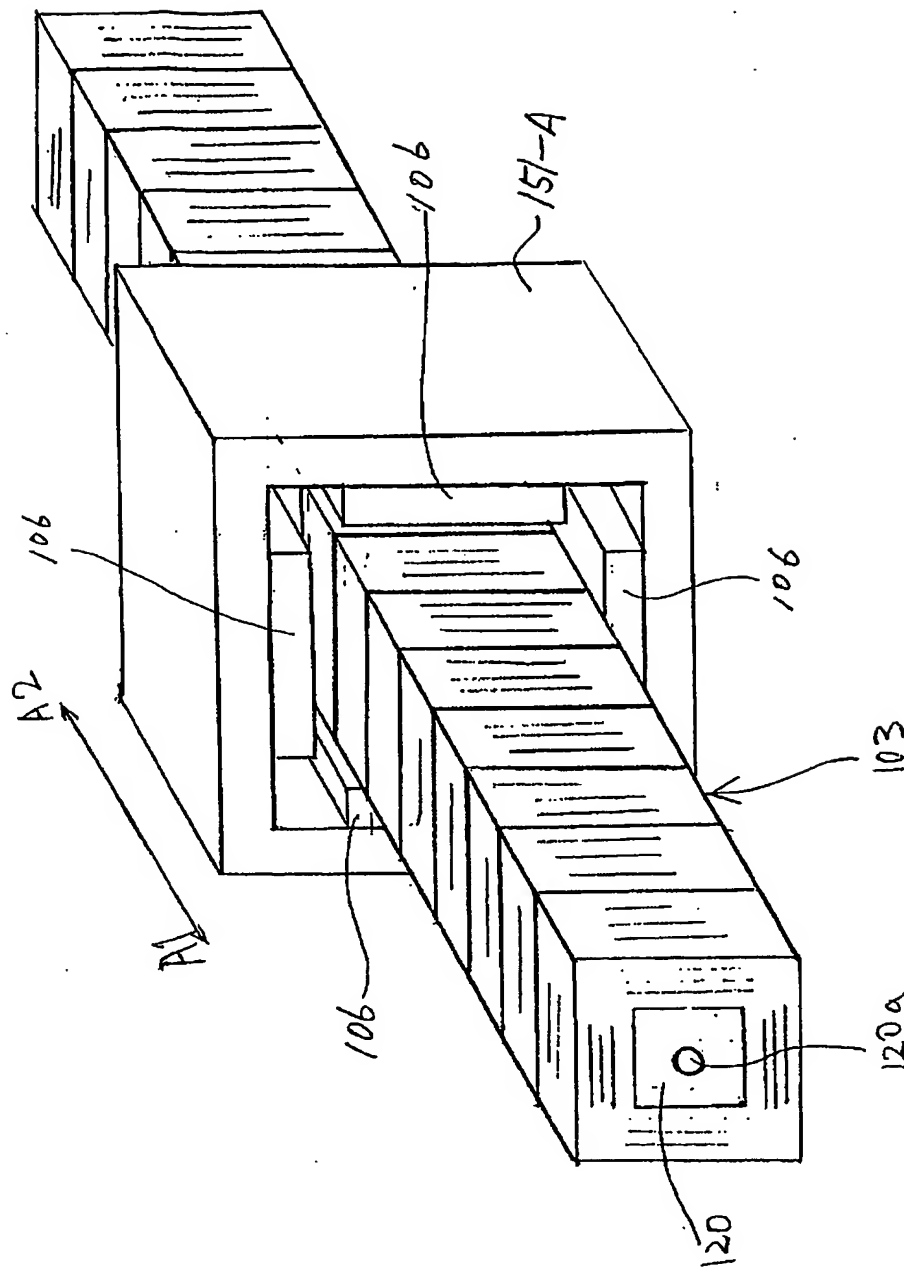
【図 15】



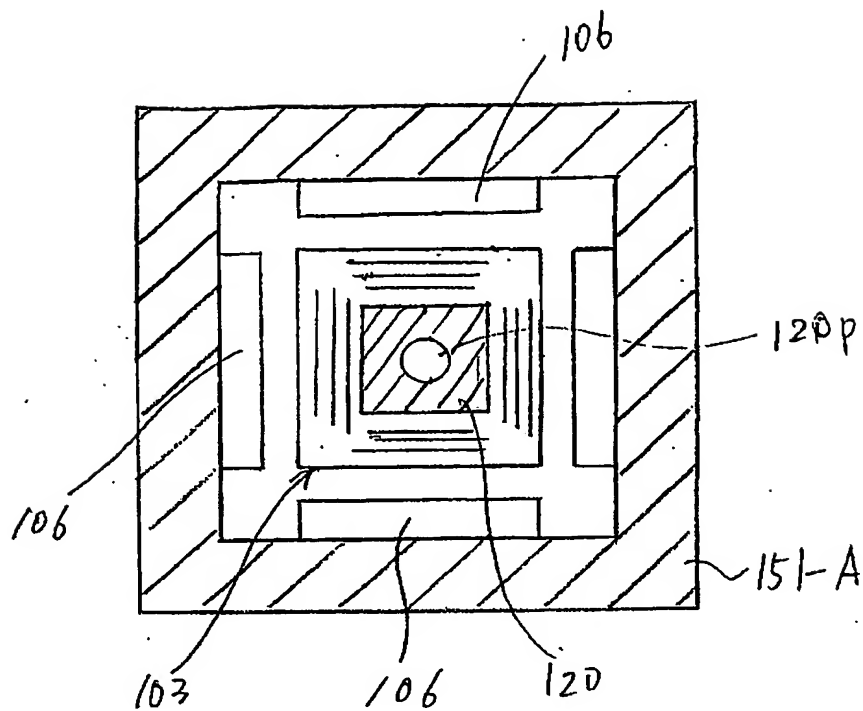
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】要約書

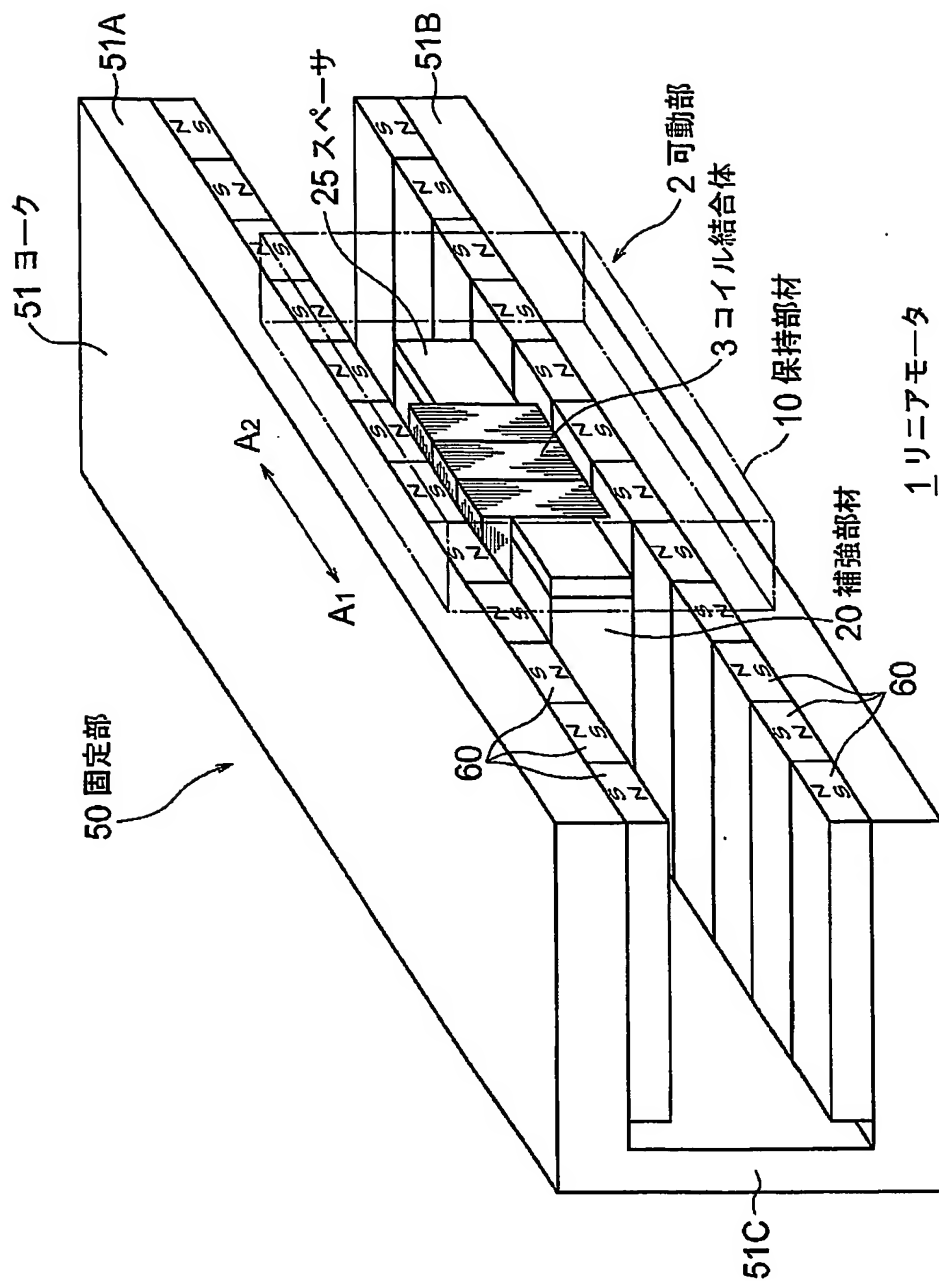
【要約】

【課題】電機子の剛性が向上するとともに、電機子コイルの発熱による温度上昇を抑制できるリニアモータを提供する。

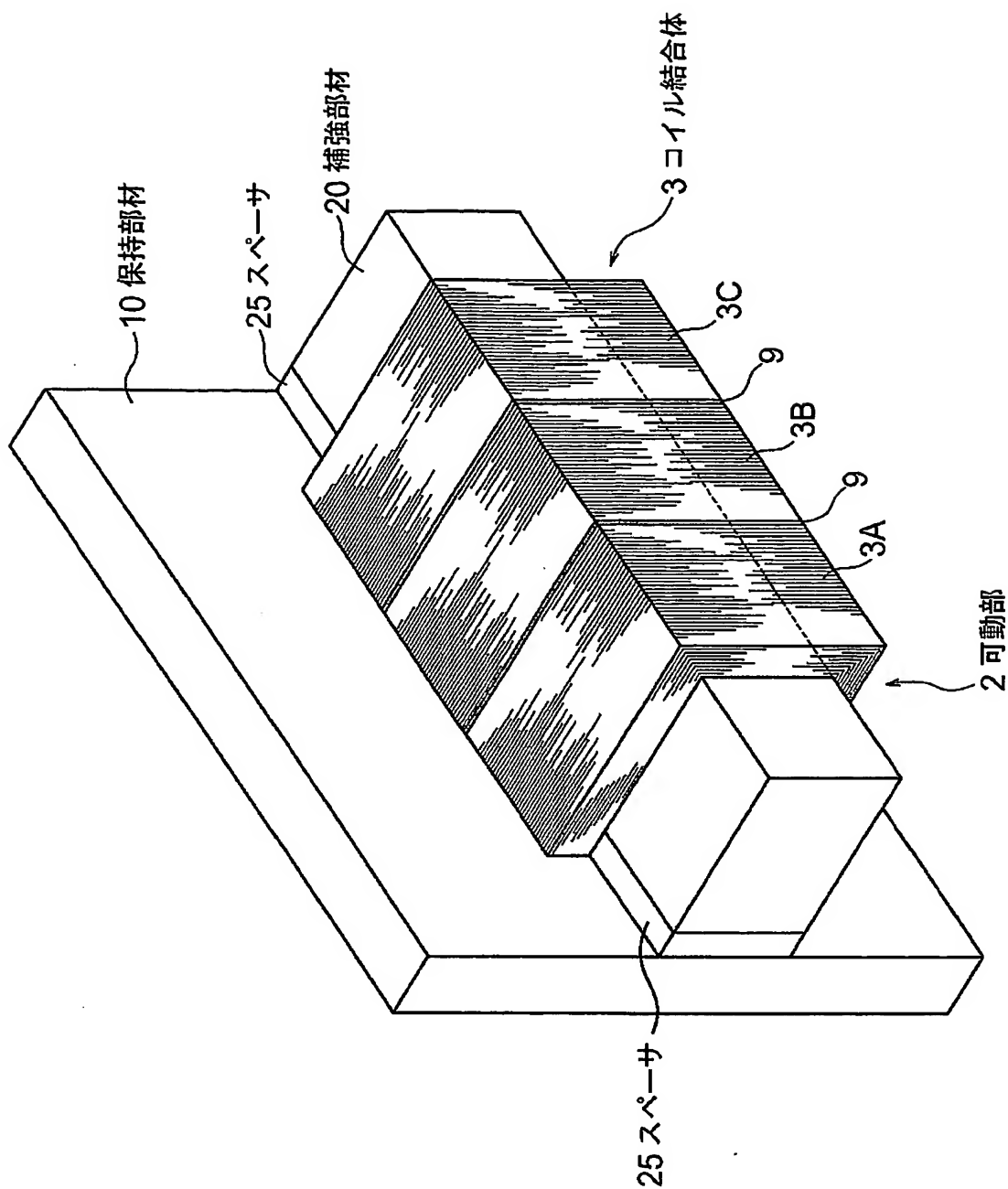
【解決手段】導電線を筒状に巻いた 3 相コイル 3 を有する電機子と、磁極が 3 相コイル 3 の外周面に対向し、かつ、同じ極性の磁極に対向するように配置された複数の磁石 60 と、非磁性で、かつ、導電性を有し、3 相コイル 3 の内周を共通に支持する補強部材 20 とを有する。

【選択図】図 1

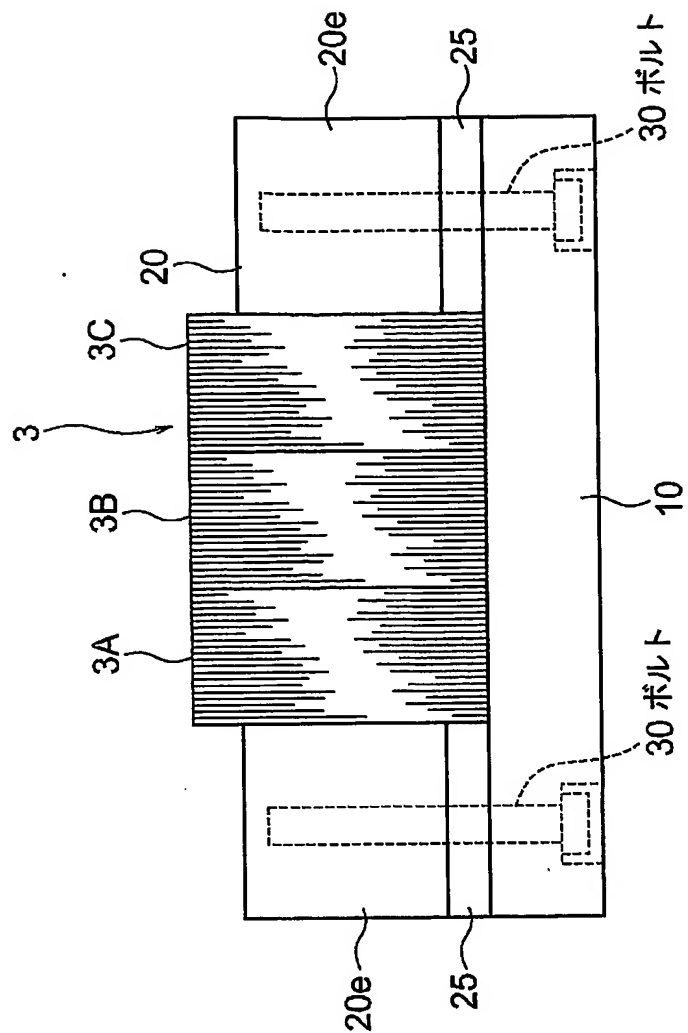
【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成15年12月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2003-410870
【補正をする者】
 【識別番号】 000003458
 【氏名又は名称】 東芝機械株式会社
【補正をする者】
 【識別番号】 000219543
 【氏名又は名称】 東栄電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100094053
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 佐藤 隆久
【手続補正1】
 【補正対象書類名】 図面
 【補正対象項目名】 全図
 【補正方法】 変更
 【補正の内容】
 【書類名】 図面
 【図 1】



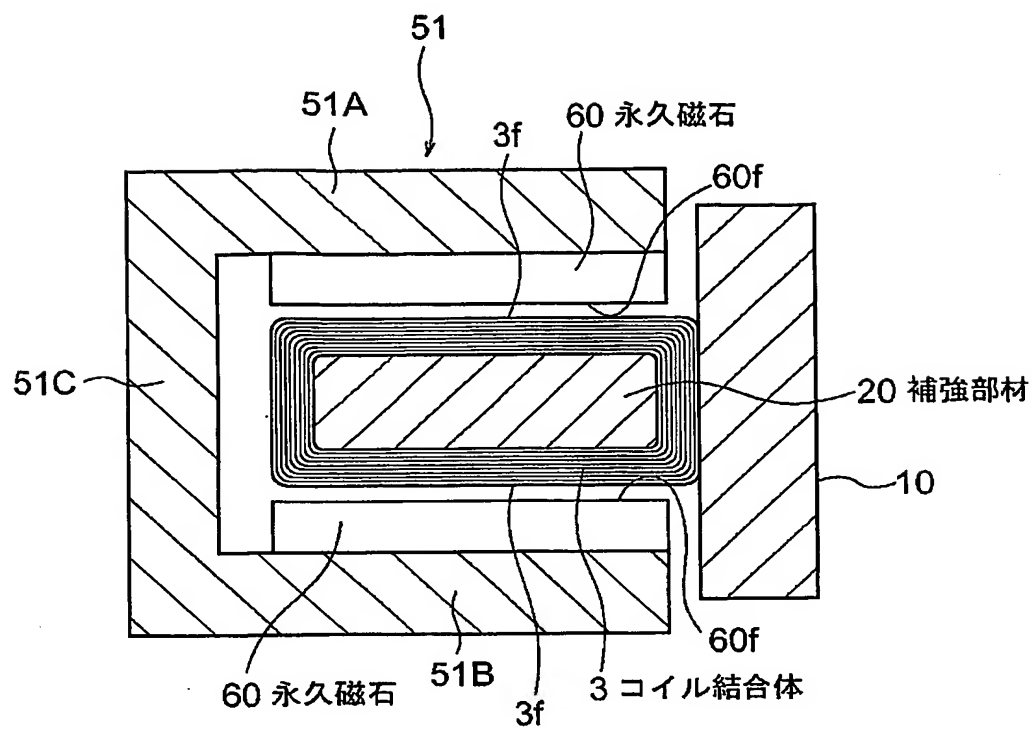
【図 2】



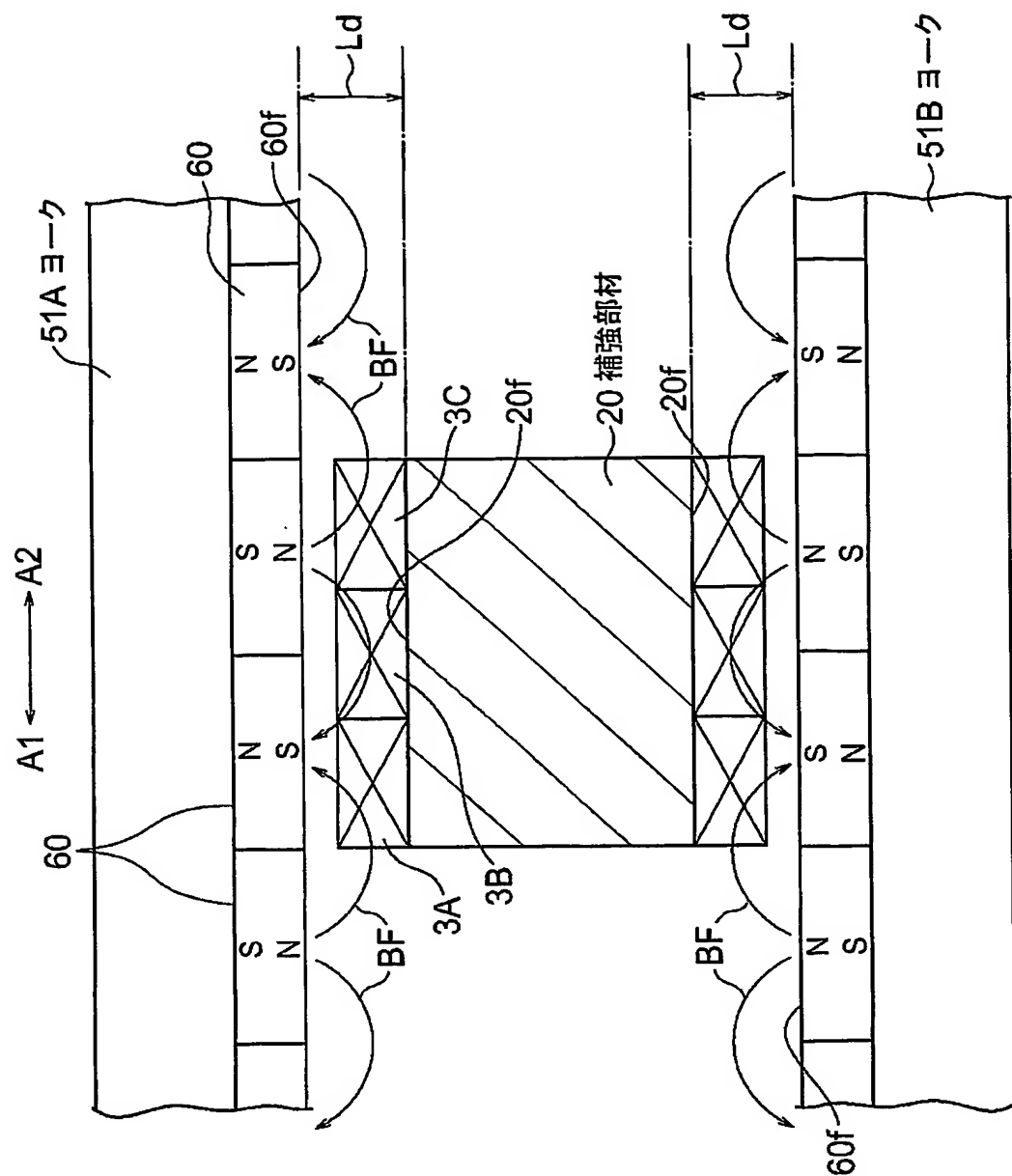
【図3】



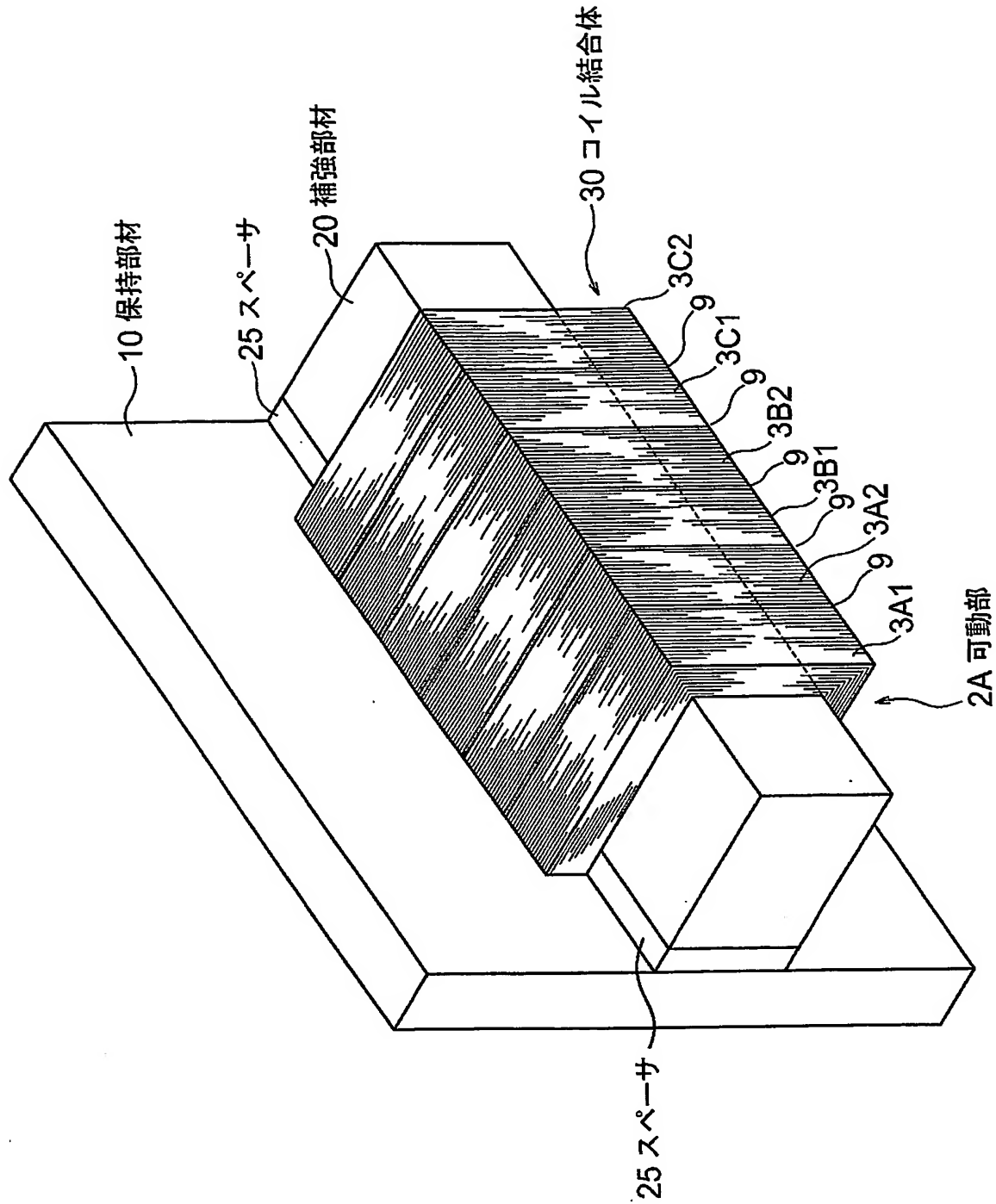
【図 4】



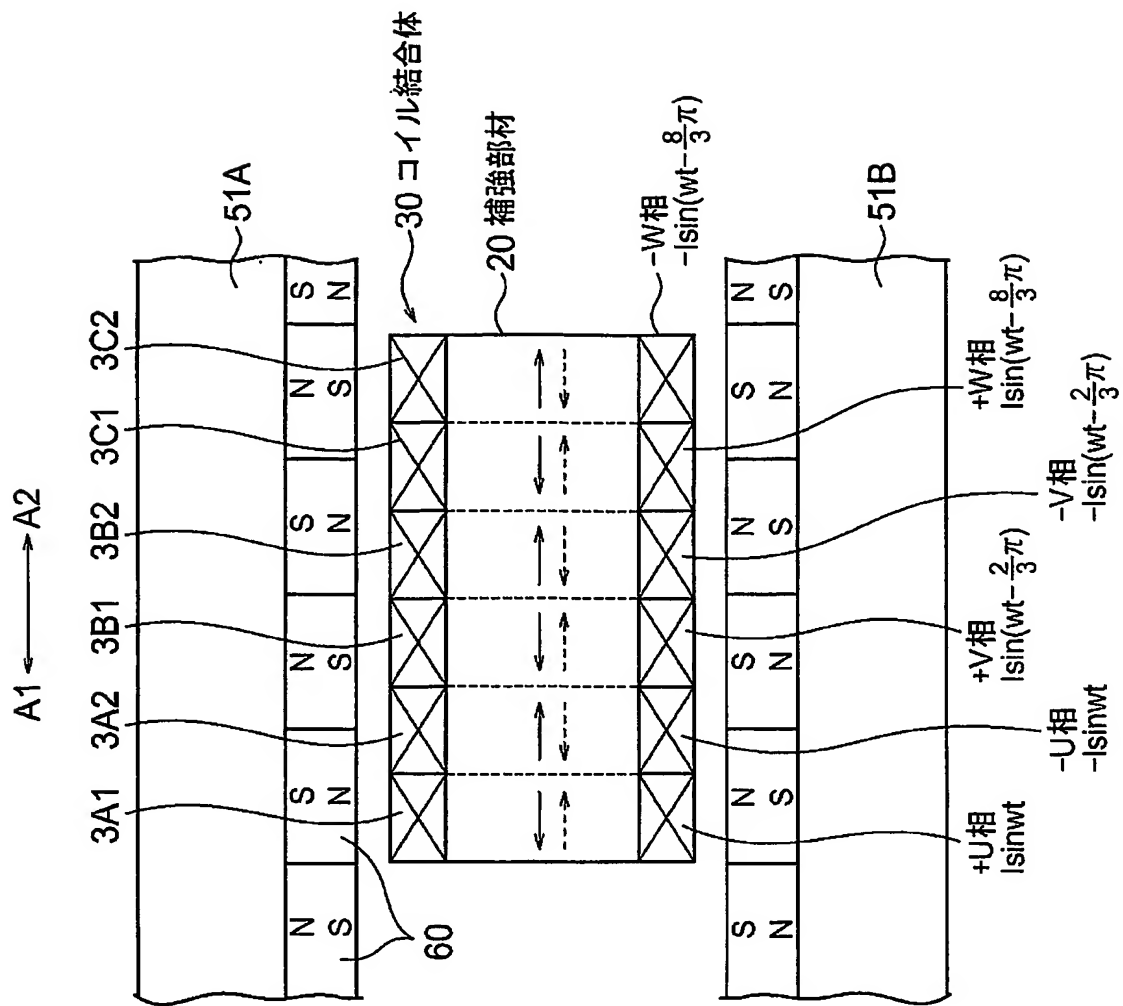
【図 5】



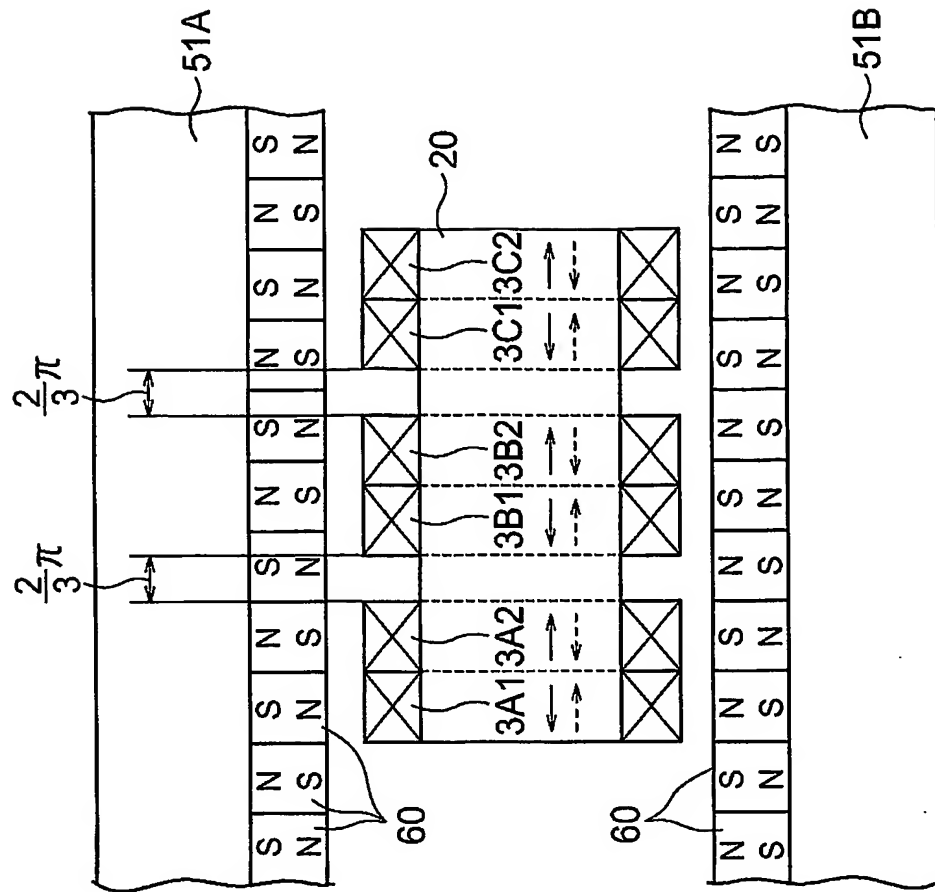
【図 6】



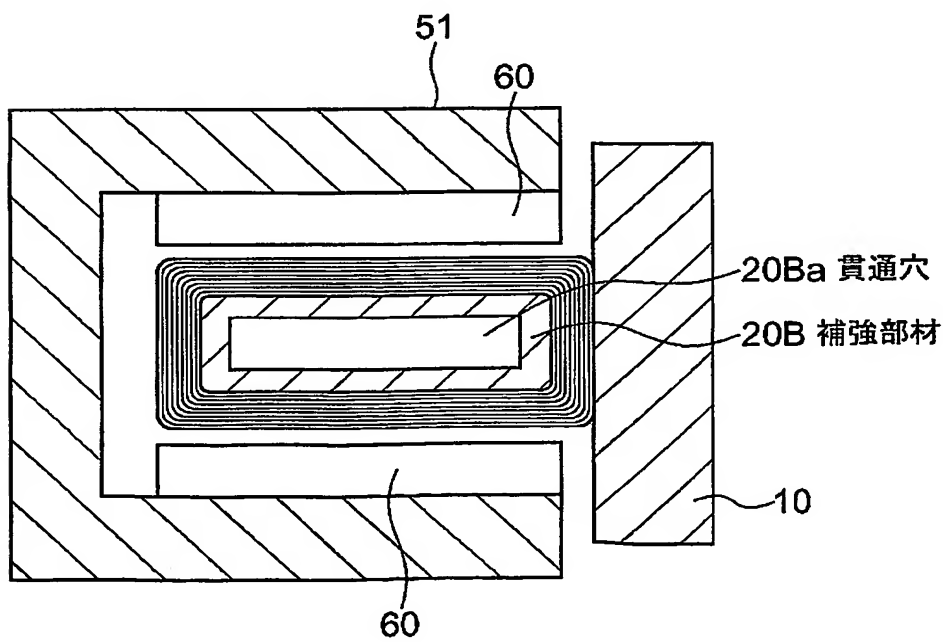
【図 7】



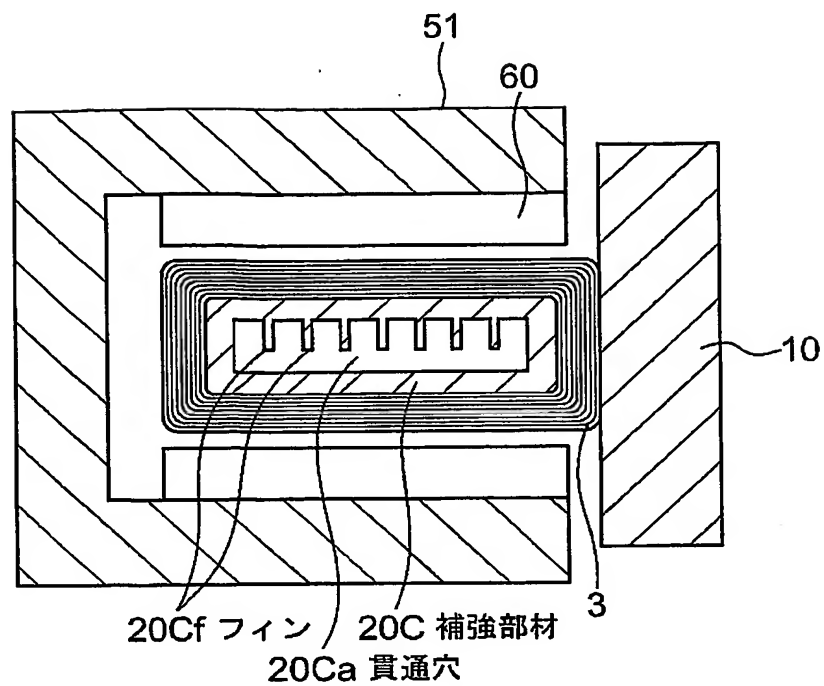
【図 8】



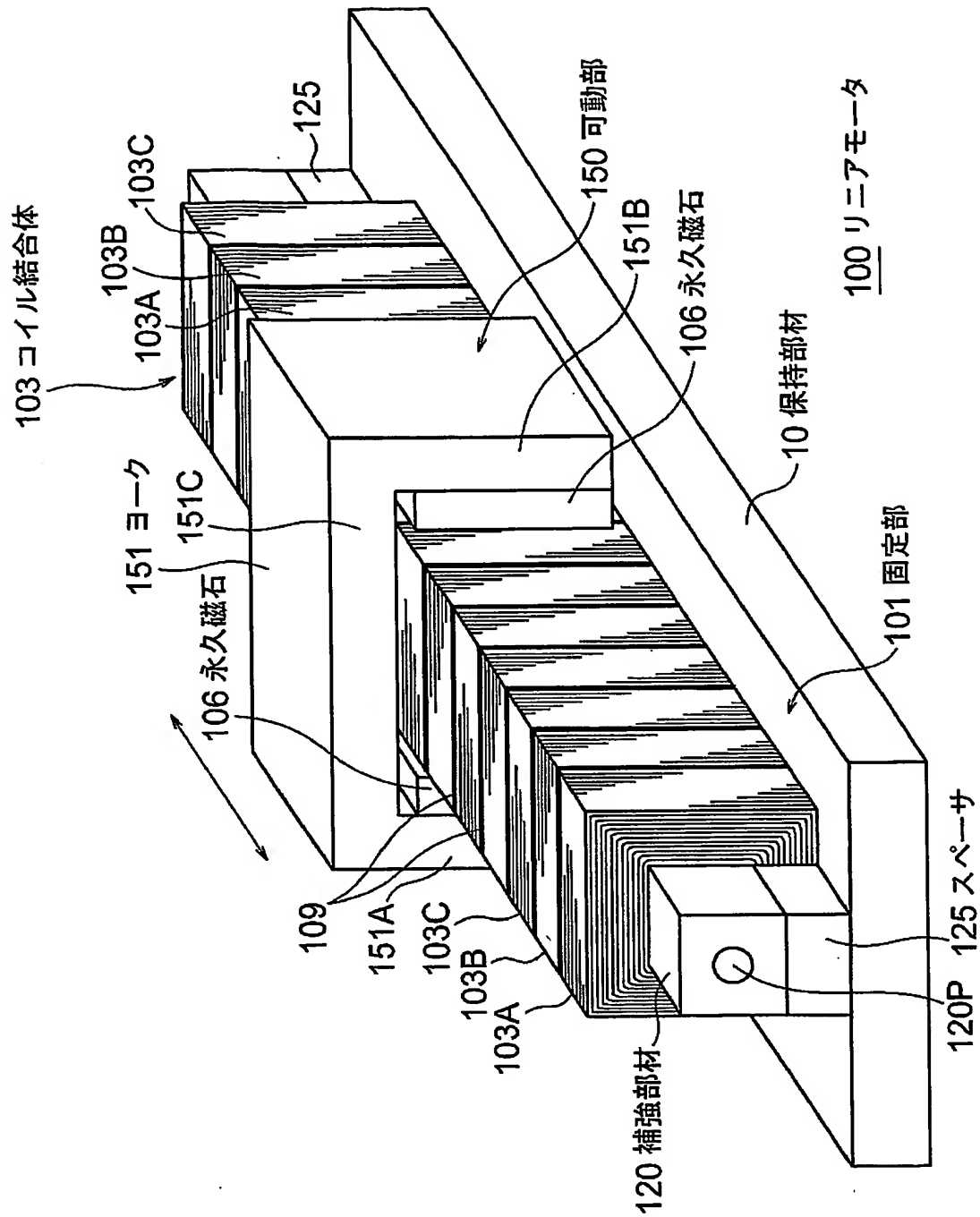
【図 9】



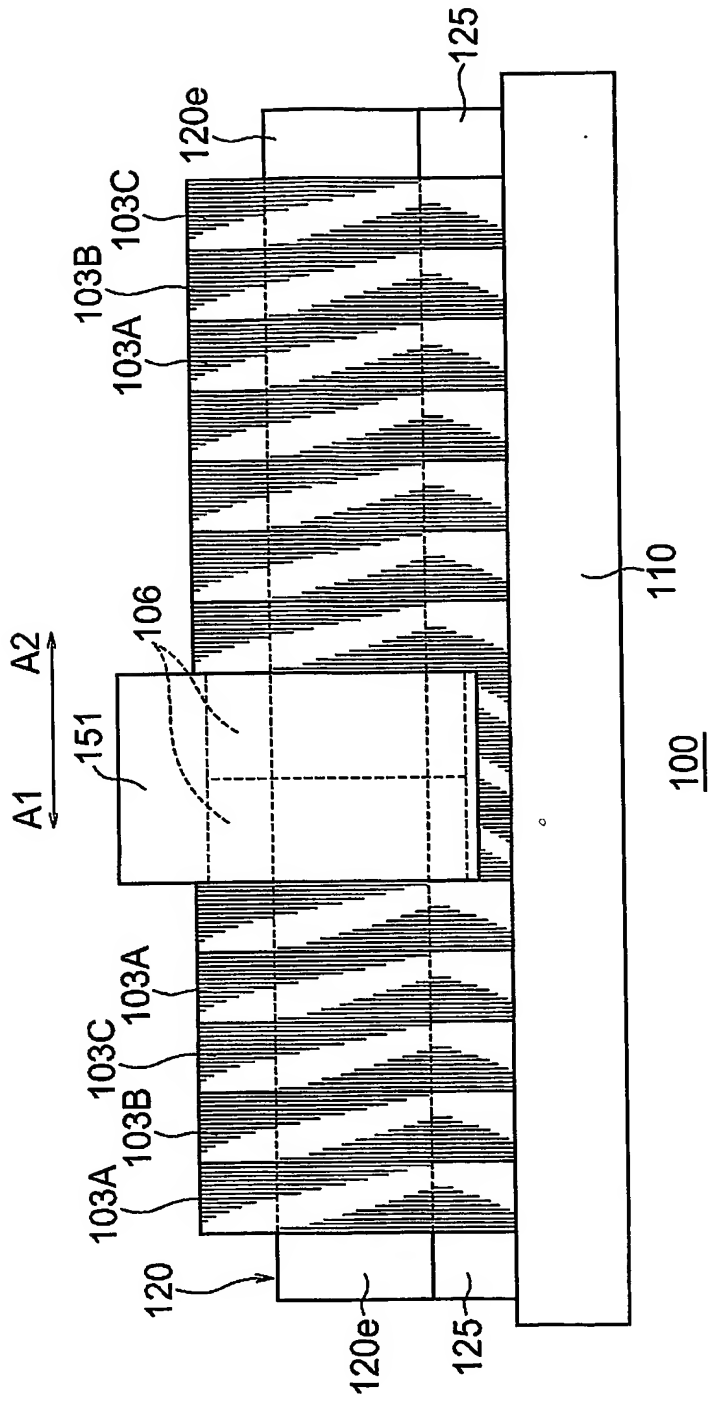
【図 10】



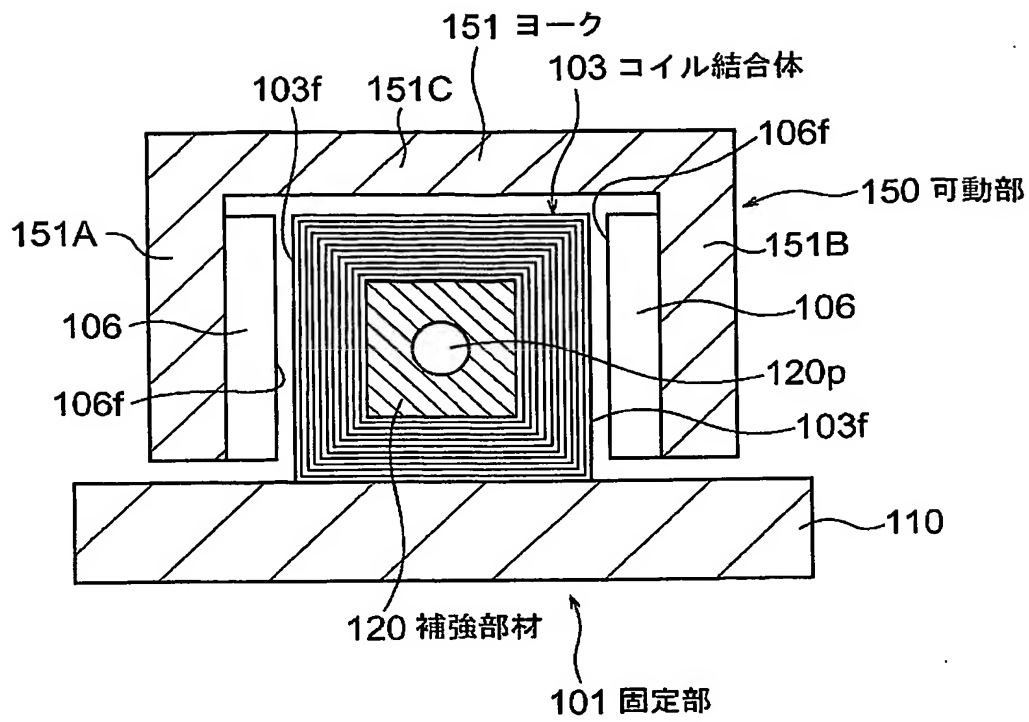
【図 11】



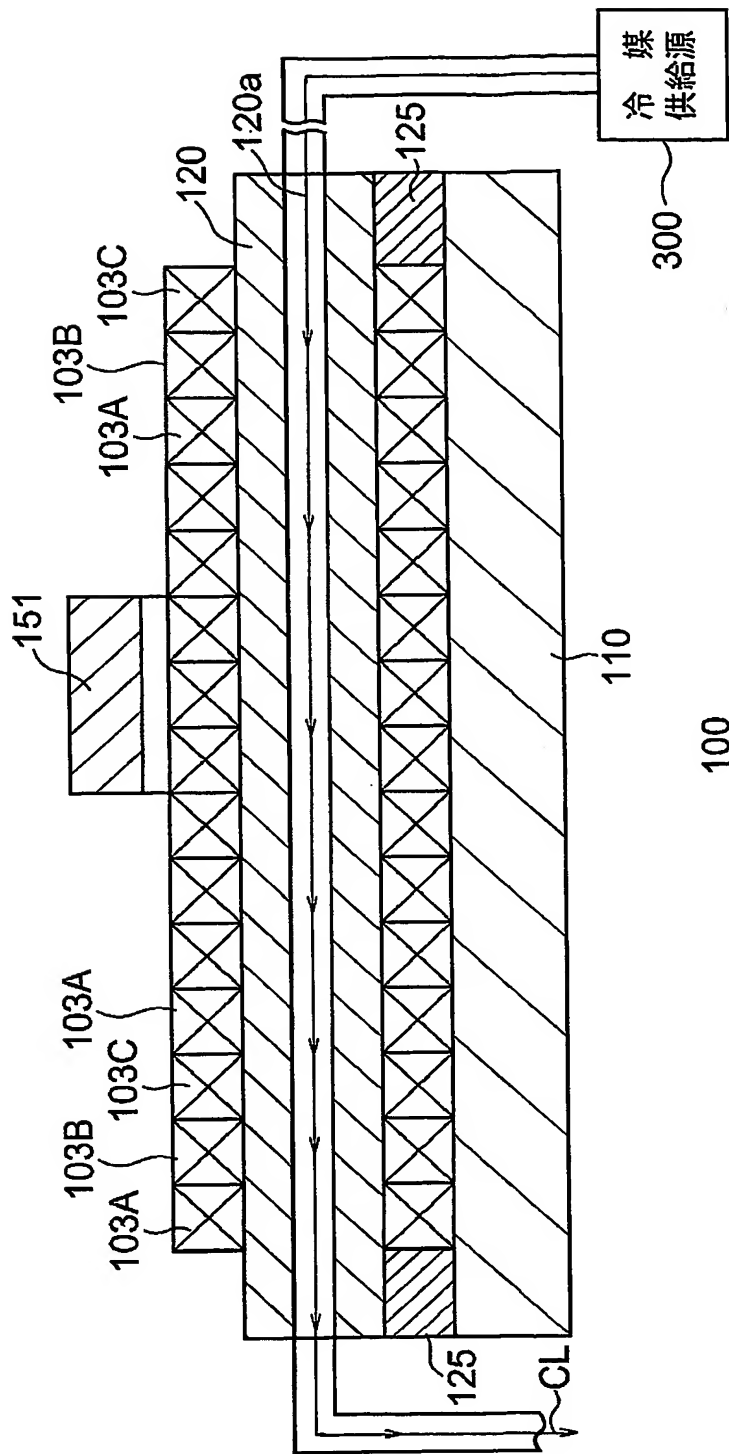
【図12】



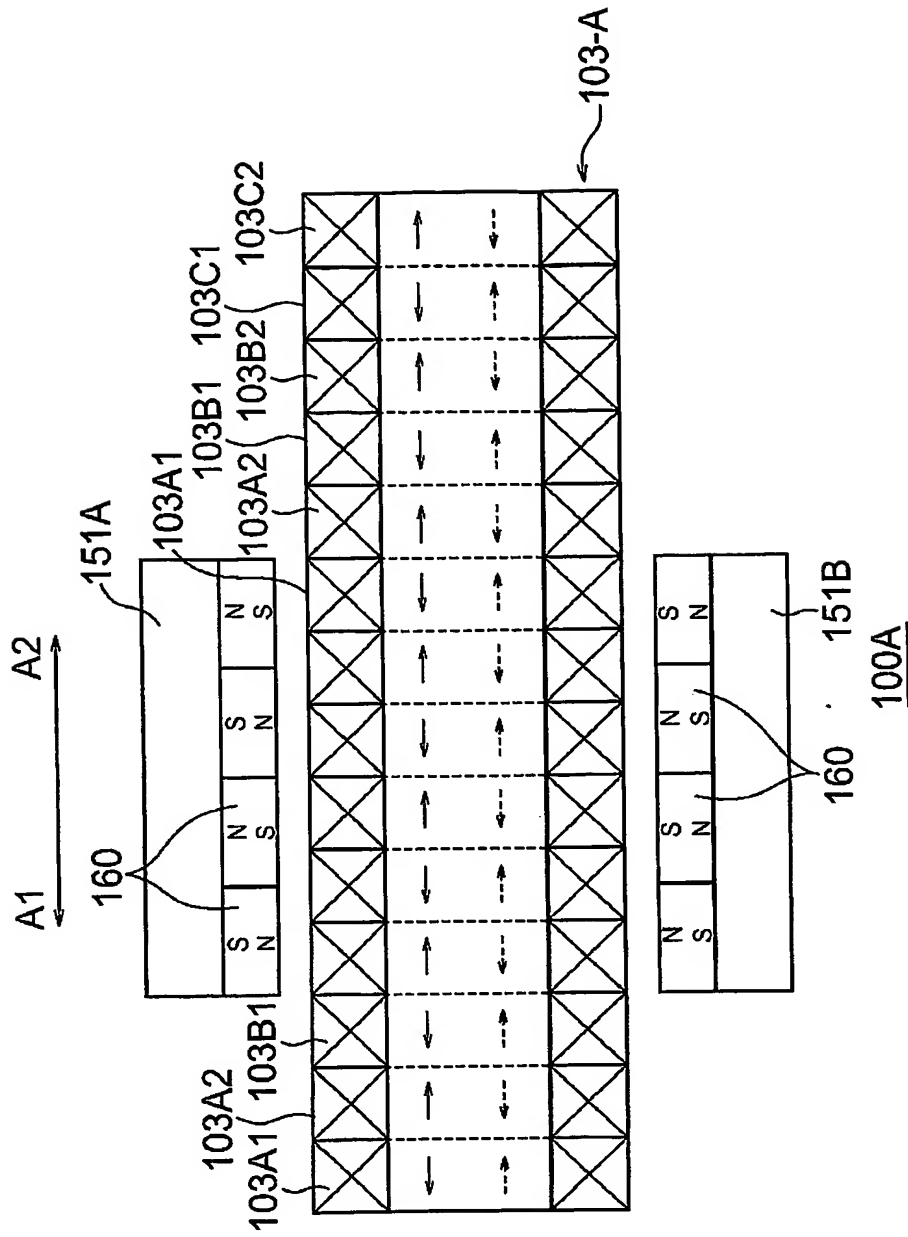
【図 13】



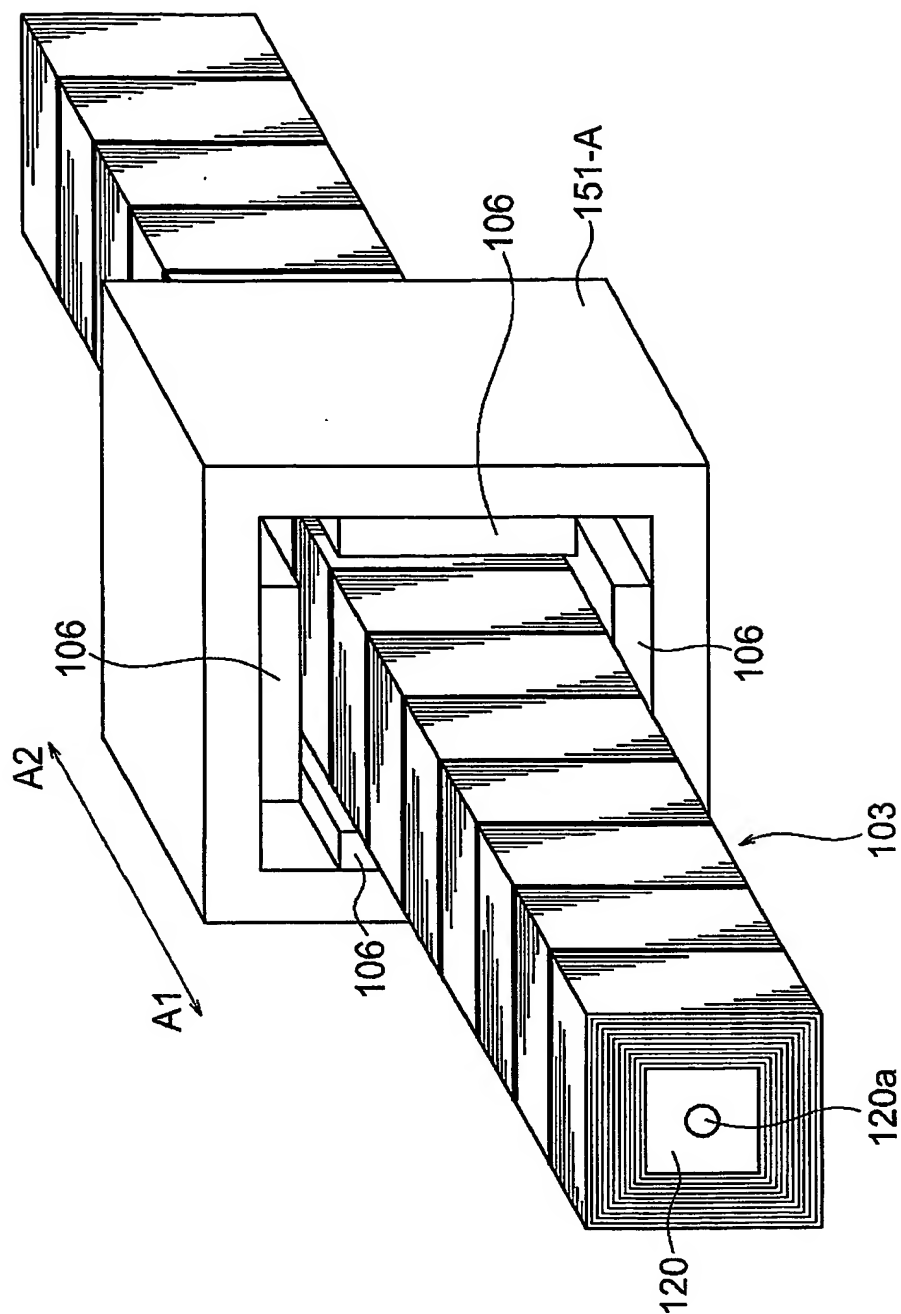
【図 14】



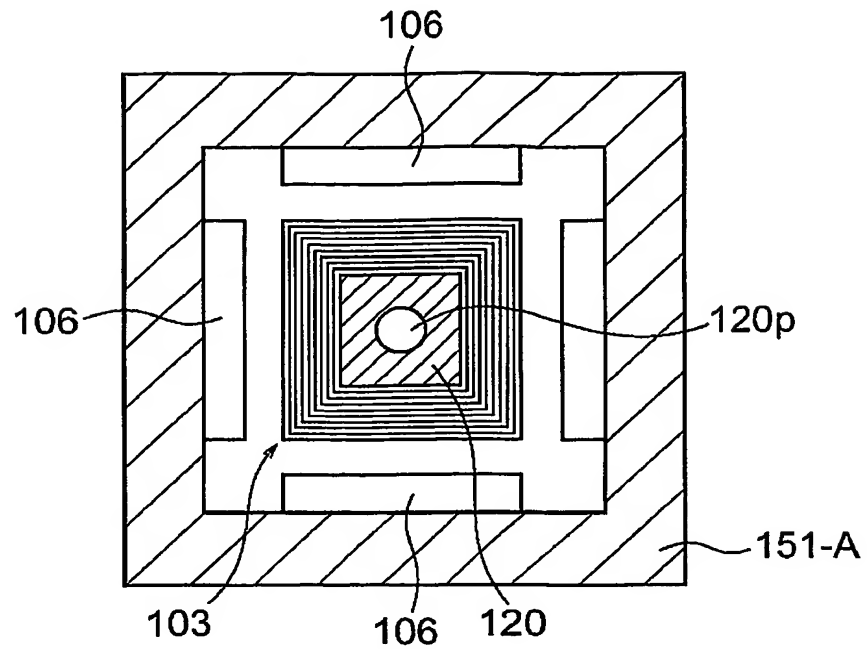
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【その他】

図面の実体的内容については変更なし。

特願 2 0 0 3 - 4 1 0 8 7 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 4 5 8]

1. 変更年月日	2 0 0 3 年 5 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都中央区銀座 4 丁目 2 番 1 1 号
氏 名	東芝機械株式会社

特願 2 0 0 3 - 4 1 0 8 7 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 5 4 3]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 7 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区高輪二丁目 1 5 番 1 9 号

氏 名

東栄電機株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018393

International filing date: 09 December 2004 (09.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-410870
Filing date: 09 December 2003 (09.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 27 January 2005 (27.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.